

ESCOLA NAVAL

DEPARTAMENTO DE MARINHA



**Modelação de Veículos de Superfície
Aplicações e Segurança de Portos**

Ana Sofia de Jesus Bastos

ASPOF

MESTRADO EM CIÊNCIAS MILITARES NAVAIS

MARINHA

2013

(NÃO CLASSIFICADO)

DEPARTAMENTO DE MARINHA



MESTRADO EM CIÊNCIAS MILITARES NAVAIS MARINHA

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Ciências Militares
Navais na especialidade de Marinha

O Mestrando,

Jesus Bastos
ASPOF

O Orientador,

João Tasso de Figueiredo Borges
de Sousa

O Coorientador,

Maia Martins
CMG M

ESCOLA NAVAL

2013

EPÍGRAFE

***“TERRORISM IS THE TACTIC
OF DEMANDING THE IMPOSSIBLE,
AND DEMANDING IT AT GUNPOINT”.***

CHRISTOPHER HITCHENS



AGRADECIMENTOS

Antes de iniciar a minha dissertação de mestrado gostaria de expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que pelo seu apoio tornaram a sua concretização possível.

- Ao meu Orientador Engenheiro João Tasso, pela disponibilidade permanente demonstrada, sabedoria, sentido prático e inestimável contributo na estruturação, orientação e redação desta Dissertação.

- Ao meu Coorientador CMG M Maia Martins, pelos valiosos contributos e conhecimentos passados ao longo de todo o processo de elaboração desta Dissertação.

- Ao Departamento de Marinha da Escola Naval, e em especial ao CFR M José Isabel, pelos ensinamentos passados ao longo da minha formação na Escola Naval enquanto docente e pela dedicação na coordenação no processo de elaboração da minha dissertação de mestrado.

- À 2TEN MN Guiomar Vieira pelos preciosos contributos no processo de revisão e estrutura desta Dissertação.

- Às minhas camaradas, ASPOF M Martins Azevedo e ASPOF AN Pinto Lopes pelo apoio, incentivo, vivências e amizade partilhadas ao longo do meu percurso na Escola Naval.

- À minha família por toda a sua atenção, apoio e orgulho demonstrado ao longo do meu curso.

- Ao Filipe por estar sempre presente com uma palavra de conforto e apoio, pelos valiosos contributos na realização desta dissertação e pelo amor e dedicação manifestados ao longo da minha vida.

RESUMO

No âmbito do item #2 (*Protection of Harbours and Ports*) – *Defence against Terrorism Programme of Work* (DATPoW), a Marinha Portuguesa propôs o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão, denominado Safeport, que pretende apoiar o planeamento das operações de segurança relacionadas com a defesa portuária aquando da presença de uma força NATO numa zona portuária potencialmente hostil. No âmbito da caracterização da ameaça de superfície do simulador torna-se relevante a modelação dos perfis de ataque de agentes terroristas com recurso a pequenas embarcações. Com efeito, é necessária a análise dos comportamentos registados em ataques desta natureza, por forma a definir variáveis situacionais passíveis de influenciar este tipo de ações. No presente trabalho são identificados os principais fatores de decisão no comportamento de um agente terrorista aquando de um ataque a uma área portuária, com recurso ao formalismo de máquinas de estado.

São ainda abordadas equações simplificadas para uma embarcação de superfície, fruto de necessidades identificadas no âmbito do Projeto Safeport, isto é integrar modelos simplificados no simulador para posterior validação.

Por último é feita a análise de um caso de estudo do ataque ao contratorpedeiro americano USS *Cole* de forma a reter as principais lições aprendidas e a tomar como exemplo as consequências de um ataque desta dimensão.

Palavras-chave: Comportamento, Perfis de Ataque, Modelação de Veículos, Ataques Terroristas.





ABSTRACT

Within the item #2 (Protection of Harbours and Ports) – Defence against Terrorism Programme of Work (DAT PoW) the Portuguese Navy leadership proposed the development of an Decision Support System, named Safeport, to support operations planning in an harbour defence scenario with a NATO expeditionary fleet and a terrorist threat is assumed. The terrorist agent's attack profile becomes relevant to the simulator's small boat threat characterization. As a result it is necessary to analyze the recorded behaviors from past related attacks in order to determine situational variables which are able to influence this type of actions. In this work, main behavioral decision factors of a terrorist agent performing a harbor attack are identified, with the resource of state machines formalisms.

It also covers simplified equations for a surface vessel, the result of identified the Safeport's needs, i.e. integrate simplified models in the simulator for further validation.

Finally an analysis is made of a case study of the attack on the American destroyer USS Cole in order to retain the key lessons learned and take as an example the consequences of an attack of this scale.

Keywords: Behavior, Profiles Attack, Modeling Vehicles, Terrorist Attacks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Diagrama de transição de estados do correio de voz (Varaiya, 2001).....	28
Figura 2-2 Resumo da notação (Varaiya, 2001)	28
Figura 2-3 Autômato temporizado.....	30
Figura 2-4 Os estados do sistema da Figura 6.4 (a), o refinamento	30
Figura 2-5 Graus de liberdade do movimento de um navio (Fossen, 1994).....	31
Figura 2-6 Sistemas de Coordenadas (Fossen, 1994)	33
Figura 2-7 Bote zebro tipo III (Escola de Fuzileiros, 2013).....	36
Figura 3-1 Visão Global do Projeto (Marinha Portuguesa, 2010).....	39
Figura 3-2 – Abordagem Global (Marinha Portuguesa, 2010).....	41
Figura 4-1 Atividades de Grupos Terroristas	49
Figura 4-2 Análise da Distância Linear entre as Residências de Terroristas e Locais de Ataques Terroristas	51
Figura 4-3 Análise da Distância Linear entre os Locais de Ataques Terroristas e Locais de Atividades Preparatórias.....	52
Figura 5-2 Padrões temporais das atividades terroristas.....	59
Figura 5-3 Ambiente tático de incidente terrorista	62
Figura 5-4 Processo de decisão conforme percepção/conhecimento do terrorista	62
Figura 5-5 Exemplo de diagrama de transição de estados para o ataque	65
Figura 6-1 USS <i>Cole</i> (DDG 67)	73
Figura 6-2 Esquema de Ataque.....	75
Figura 6-3 Modelo de carga focal em embarcação.....	77
Figura 6-4 Embarcação similar à embarcação bomba do ataque ao USS <i>Cole</i>	78



LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 Notação do sistema com 6 graus de liberdade (SNAME, 1950)	32
Tabela 2-2 Velocidades de planeamento	37
Tabela 3-1 Os cinco cenários do projeto Safeport	44
Tabela 4-1 Tipos de Atividades Preparatórias	48
Tabela 4-2 Estatísticas Relativas ao Diagrama Residência-Local Ataque	51
Tabela 4-3 Estatísticas Relativas ao Diagrama Local Ataque – Local Atividades Preparatórias	52
Tabela 5-1 Processo de decisão com base na informação disponível.....	63
Tabela 5-2 Parâmetros do modelo exemplo	65
Tabela 5-5 Objetivos do Teste	67

LISTA DE ACRÓNIMOS

AUV	<i>Autonomous Underwater Vehicle</i>
CTEN	Capitão-Tenente
DATPoW	<i>Defence against Terrorism - Programme of Work</i>
DDG	<i>Destroyer, Guided Missile</i>
EN	Escola Naval
EO	<i>Electro Optic</i>
EUA	Estados Unidos da América
FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FSM	<i>Finite State Machine</i>
HPDT	<i>Harbor Protection Deployable Team</i>
HUMINT	<i>Human Intelligence</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IR	<i>Infrared</i>
ISPS	<i>International Ship and Port Facility Security</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
S.A.	Sociedade Anónima
SNAME	<i>Society of Naval Architects and Marine Engineers</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
USCENTCOM	<i>United States Central Command</i>
USS	<i>United States Ship</i>



ÍNDICE

EPÍGRAFE	IV
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE ACRÓNIMOS	XII
ÍNDICE	XIII
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 ENQUADRAMENTO	17
1.2 MOTIVAÇÃO	18
1.3 QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO	19
1.4 METODOLOGIA	20
1.5 ORGANIZAÇÃO DA TESE	21
2 MATERIAL DE APOIO	23
2.1 INTRODUÇÃO	23
2.2 MÁQUINAS DE ESTADO	23
2.2.1 ESTRUTURA DAS MÁQUINAS DE ESTADO	24
2.2.2 MÁQUINAS DE ESTADOS FINITAS	26
2.2.3 AUTÓMATO TEMPORIZADO	29
2.3 MODELOS MATEMÁTICOS DE VEÍCULOS	31
2.3.1 EQUAÇÃO GERAL DO MOVIMENTO	35

2.4	PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÕES COM BOTES	35
2.4.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	36
2.4.2	UTILIZAÇÃO DO BOTE ZEBRO III A MOTOR - LOTAÇÃO	36
2.4.3	VELOCIDADE DO BOTE (COM MOTOR DE 50 HP)	37
3	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	39
3.1	INTRODUÇÃO	39
3.2	PROJETO SAFEPORT	39
3.2.1	MODELAÇÃO DE PLATAFORMAS	41
3.2.2	MODELAÇÃO DE AMEAÇAS	42
3.3	CENÁRIOS	42
3.4	PROBLEMA ENDEREÇADO	46
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	47
4.1	O TERRORISMO	47
4.1.1	COMPORTAMENTO DE AGENTES TERRORISTAS	48
4.1.2	TERRORISMO COM RECURSO A PEQUENAS EMBARCAÇÕES	52
5	ABORDAGEM	57
5.1	INTRODUÇÃO	57
5.2	EQUAÇÕES SIMPLIFICADAS DE EMBARCAÇÕES	57
5.2.1	DADOS A PARAMETRIZAR	58
5.3	PERFIS DE ATAQUE	58
5.3.1	INTRODUÇÃO	58
5.3.2	PREPARAÇÃO	58
5.3.3	INFORMAÇÃO PRÉ-ATAQUE	62
5.3.4	ESTADOS E FUNÇÕES DE TRANSIÇÃO	64
5.4	PLANEAMENTO DA EXPERIÊNCIA	66
5.4.1	PROPÓSITO	66
5.4.2	CENÁRIO	66
5.4.3	AMEAÇAS	67



5.4.4	OBJETIVOS DO TESTE	67
5.4.5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	68
6	<u>CASO DE ESTUDO - USS COLE</u>	<u>73</u>
6.1	INTRODUÇÃO	73
6.2	O ATAQUE	74
6.3	A BOMBA	76
6.4	ANÁLISE	77
7	<u>CONCLUSÕES</u>	<u>81</u>
8	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>83</u>
	<u>ANEXOS</u>	<u>85</u>
	<u>ANEXO A</u>	<u>87</u>



1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A missão da Marinha Portuguesa assenta em três pilares: Defesa militar e apoio à política externa; Segurança e autoridade do Estado; Desenvolvimento económico, científico e cultural. O desempenho operacional da nossa Marinha de duplo uso faz com que se desenvolvam capacidades disponíveis para a realização de projetos em parcerias com empresas e universidades nacionais.

Desde 2010 que Portugal lidera (através da Marinha) o programa da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) designado por item #2 (*Protection of Harbours and Ports*) – *Defence against Terrorism Programme of Work*¹ (DATPoW). A Marinha Portuguesa propôs o desenvolvimento de um sistema de Apoio à Decisão, denominado Safeport, que pretende apoiar o planeamento das operações de segurança relacionadas com a defesa portuária aquando da presença de uma força NATO numa zona portuária potencialmente hostil. O desenvolvimento do Safeport é conduzido por um consórcio, liderado pela Edisoft², da qual fazem parte a Universidade Lisboa (Centro de Investigação Operacional e Laboratório de Lasers e Eletro-óticos), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Universidade de Évora e o CMRE³ (La Spezia). O sistema Safeport irá contemplar vários algoritmos de otimização e também módulos de simulação de agentes, sendo um sistema com elevado cariz científico e tecnológico.

O simulador no sistema Safeport implementará duas capacidades primárias:

Providenciar as configurações, mais eficazes e eficientes, dos recursos humanos e sensores disponíveis para a defesa do porto.

¹ O programa “*Defence against terrorism programme of work*” (DAT PoW) pretende desenvolver métodos para prevenir ataques terroristas não convencionais, tais como ataques suicidas com Improvised Explosive Device (IED) ou mitigar ataques a infraestruturas críticas.

² EDISOFT – Empresa de Serviços e Desenvolvimento de *software*, SA, fundada em 1988, dedica-se ao fornecimento de serviços nas áreas de engenharia de sistemas e de software, e consultoria em tecnologias de informação.

³ CMRE – *Center for Maritime Research and Experimentation* é um centro de Investigação e Desenvolvimento. É um elemento da *NATO’s Science and Technology Organization (STO)*. Este centro está localizado em La Spezia (Itália).

1. Capacidade de avaliação de uma determinada configuração, através do uso intensivo de simulações.

Para alcançar este efeito, o simulador combina os dados providenciados pela modelação de diversas componentes envolvidas, isto é, modelos físicos das diversas componentes reais que integram o cenário, transpostos para formato digital e inseridos no *software* que dá corpo ao simulador. O cenário criado resulta de uma combinação específica do perfil da ameaça, a área de interesse (topografia, infraestruturas, clima e tráfego marítimo), bem como os recursos empregues na defesa do porto.

O sistema Safeport, enquanto sistema de apoio à decisão, deverá ser sujeito a uma avaliação, onde os resultados da simulação deverão ser confrontados com os dados recolhidos através da realização de exercícios reais. Os dados recolhidos a partir de experiências reais permitirão a validação do simulador (Marinha Portuguesa, 2010).

1.2 Motivação

Tendo em conta o elevado avanço tecnológico, torna-se fundamental a validação dos meios, técnicas e procedimentos utilizados na realidade, sendo “os testes e a simulação” uma das formas mais eficazes de reduzir o risco operacional envolvido em cada missão da Marinha.

Esta visão é defendida pelo Centro de Investigação Naval (CINAV), que foi criado em 2010 para coordenar os esforços de Investigação e Desenvolvimento (I&D) quer da Escola Naval, quer da Marinha em geral, salvo as atividades da competência do Instituto Hidrográfico (Marinha Portuguesa, 2011). Entre os principais enfoques da missão do CINAV salienta-se:

- Promover a I&D em áreas de interesse da Marinha;
- Promover e apoiar as atividades de I&D da Escola Naval (EN);
- Promover a colaboração e o intercâmbio científico com instituições e investigadores de outras instituições universitárias, científicas, tecnológicas e empresariais;
- Incentivar e apoiar a investigação dos docentes e discentes da EN.



Este último ponto materializa-se, entre outros, no apoio prestado aos Aspirantes do mestrado Integrado da Escola Naval no que concerne à elaboração da dissertação de mestrado, tendo sido o principal impulsionador deste tema de trabalho.

Juntamente com a Marinha Portuguesa encontra-se a trabalhar neste projeto, entre outras entidades, a FEUP, cujo investigador responsável é o orientador da presente Dissertação. Esta parceria nasce no decorrer da investigação desenvolvida pela FEUP na área dos veículos submarinos autónomos e na necessidade de operacionalização destes, materializando-se num protocolo assinado em 2006 entre esta Faculdade e a Marinha. Este protocolo veio formalizar a cooperação entre estas duas entidades para um interesse comum, fomentando a investigação e desenvolvimento na área dos *Autonomous Underwater Vehicles* (AUV's).

Assim, e com o fato desta parceria se ter tornado uma mais valia no desenvolvimento científico, outros projetos surgiram desde a criação do protocolo, neste caso, desde 2010 o projeto Safeport.

1.3 Questões de investigação

Para este projeto serão desenvolvidos modelos que podem ser parametrizados para simular o comportamento dinâmico de uma categoria de veículos – superfície (simulados pelos botes zebro tipo III), bem assim como do seu comportamento e o dos seus operadores.

Para atingir este objetivo, é necessária a separação da estrutura do modelo a partir dos parâmetros, que são carregados com recurso a um banco de dados do veículo para cada categoria específica da plataforma.

Cada categoria será composta por:

- Modelos dinâmicos com graus de liberdade⁴ específicos com alto grau de fidelidade (efeitos das perturbações, motores, aerodinâmica, hidrodinâmica, etc.);

- Simplificações do modelo que permitem rápidas simulações (à custa de precisão);

Finalmente serão desenvolvidos modelos simples parametrizáveis do comportamento destas veículos, nomeadamente o perfil de ataque.

⁴ É o número de parâmetros independentes que são necessários para se definir a posição de um corpo no espaço em qualquer instante.

Por forma o realizar a validação dos dados irá ser planeada uma experiência tendo como base o Portinho da Costa.

Desta forma, a Questão Central é:

- Face à ameaça terrorista por um meio de superfície, qual o melhor modelo que se aplica ao seu comportamento?

1.4 Metodologia

A abordagem definida foi centrada em modelos parametrizáveis de forma a poder ser utilizada para diferentes meios, ou seja aumentar a aplicabilidade dos mesmos no que diz respeito às diferentes ameaças (neste caso tipo de veículo), traduzindo-se nos seguintes princípios:

- A escolha de uma plataforma real no sentido de identificar as características parametrizáveis de uma ameaça (tamanho, velocidade, lotação, manobrabilidade, entre outras). Utilizou-se, para o efeito, a embarcação dos botes zebro tipo III para recolha e validação de dados. Esta escolha baseou-se no fato de estas embarcações serem semelhantes em características e operação às embarcações utilizadas pelos terroristas em acontecimentos semelhantes (USS *Cole*), pertencerem à realidade da Marinha Portuguesa e a sua versátil aplicabilidade. Tendo em conta a notação utilizada pela Marinha e de forma a facilitar o conceito, o operador da embarcação será denominado de patrão do bote (simula um terrorista).
- Os modelos de comportamento de agentes foram considerados tendo presente a transição de estados e a variável tempo.
- As características a parametrizar foram consideradas baseando-se numa entrevista formal, (conforme Anexo A) ao Capitão-Tenente (CTEN) Pereira da Silva, Comandante do Destacamento de Ações Especiais (DAE) da Marinha devido à sua experiência em Operações Anfíbias e na revisão bibliográfica.



1.5 Organização da tese

A presente dissertação de mestrado encontra-se organizada em sete capítulos, ao longo dos quais a informação é dividida segundo subcapítulos e secções.

O capítulo 1 é um capítulo introdutório em que é apresentado o tema e a metodologia utilizada na elaboração do trabalho.

O capítulo 2 aborda o material de apoio utilizado durante o processo de elaboração da dissertação, o formalismo da modulação do comportamento, notação utilizada e breves considerações sobre a embarcação bote zebro tipo III.

O capítulo 3 especifica a abordagem e os cenários definidos para o presente trabalho e reflete o endereçamento do problema.

O capítulo 4 apresenta a revisão bibliográfica do tema, no que diz respeito aos ataques terroristas, que enquadram o objetivo de estudo deste trabalho.

O capítulo 5 aborda a escolha de equações simplificadas de embarcações, o estudo e definição do perfil de ataque e por fim o planeamento da experiência a realizar para a validação dos modelos.

O capítulo 6 reflete a análise de um caso de estudo sobre o ataque ao contratorpedeiro americano USS *Cole*.

Para concluir, o capítulo 7 apresenta as conclusões gerais e o trabalho futuro que poderá dar seguimento e complementar o tema abordado na dissertação.



2 MATERIAL DE APOIO

2.1 Introdução

Este capítulo irá abordar o material de apoio utilizado durante o processo de elaboração da Dissertação. De forma a modelar o comportamento das embarcações e dos seus operadores adotou-se o formalismo: máquinas de estado. Este formalismo permite uma fácil caracterização de comportamentos através de estados e transições entre os mesmos. O formalismo pode ser também adaptado para incorporar aspetos de temporizações associadas à permanência e transição entre estados. No que diz respeito à modelação das embarcações será apresentado o estudo das equações de movimento para veículos aquáticos e os modelos matemáticos e notação utilizados (Fossen, 1994) e, por último, os procedimentos padrão de utilização dos botes zebro III, uma vez que esta foi a embarcação seleccionada para simular a ameaça.

2.2 Máquinas de estado

Os sistemas são funções que transformam sinais. O domínio e o alcance destas funções são ambos os espaços do sinal, o que complica significativamente a especificação das funções. Uma ampla classe de sistemas pode ser caracterizada utilizando o conceito de estado e a ideia de que um sistema evolui através uma sequência de mudanças no estado, ou transições de estado. Tais caracterizações são chamadas de modelos de espaço de estados.

Um modelo de espaço de estados descreve um sistema processual, dando uma sequência de operações passo-a-passo para a evolução de um sistema. Ele mostra como o sinal de entrada dirige alterações no estado e como o sinal de saída é produzido. A implementação de um sistema descrito por um modelo de espaço de estados em *software* ou *hardware* é simples. O *hardware* ou *software* simplesmente necessita de realizar sequencialmente os passos indicados pelo modelo (Varaiya, 2001).

2.2.1 Estrutura das Máquinas de estado

Uma descrição de um sistema como uma função envolve três entidades: o conjunto de sinais de entrada, o conjunto de sinais de saída, bem como a própria função, $F: \text{Sinais de entrada} \rightarrow \text{Sinais de saída}$. Para uma máquina de estado, os sinais de entrada e de saída têm a seguinte forma:

$$\text{Eventos: } \text{Naturais}_0 \rightarrow \text{Símbolos}$$

Onde, $\text{Naturais}_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$, e Símbolos é um conjunto arbitrário. O domínio destes sinais representa ordenação, mas não necessariamente o tempo (nem discretas nem tempo contínuo). A ordenação do domínio significa que podemos dizer que um evento ocorre antes ou depois de outro evento. Mas não podemos dizer quanto tempo decorreu entre esses eventos. Na secção seguinte será apresentado um espaço de estados o qual pode ser utilizado com a função de tempo.

Uma máquina de estado constrói o sinal de saída de um elemento de cada vez, através da observação do sinal de entrada de um elemento de cada vez. Especificamente, uma máquina de estado contempla cinco parâmetros:

Equação 2-1

$$\text{Máquina de estado} = (\text{Estados}, \text{Saídas}, \text{Entradas}, \text{Função}, \text{Estado Inicial})$$

Em que:

- *Estados* são o espaço de estados;
- *Transições* são letras do alfabeto;
- *Ações* são letras do alfabeto;
- *Estado inicial* pertence ao domínio dos estados;
- $\text{Função} = \text{Estados} \times \text{Entradas} \rightarrow \text{Estados} \times \text{Saídas}$

Estes parâmetros são chamados de **conjuntos e funções modelo** de uma máquina de estado. *Entradas* e *Saídas* são os conjuntos de valores possíveis de saída ou de entrada ou símbolos. O conjunto de sinais de entrada consiste em todas as sequências infinitas de valores de entrada,

$$\text{Sinais de Entrada} = [\text{Naturais}_0 \rightarrow \text{Entradas}]:$$



O conjunto de sinais de saída consiste de todas as sequências de infinitos de valores de saída,

$$\text{Sinais de Saída} = [\text{Naturais}_0 \rightarrow \text{Saídas}]:$$

Consideremos $x \in \text{Sinais de Entrada}$. O sinal pode ser escrito $x(n)$ para qualquer $n \in \text{Naturais}_0$. Ou seja,

$$(x(0), x(1), \dots, x(n), \dots)$$

O índice n em $x(n)$ não se refere ao tempo, mas sim ao **número do passo**. É apenas uma restrição de ordem: o passo n ocorre após o passo $n - 1$ e antes do passo $n + 1$ (Varaiya, 2001).

2.2.1.1 Funções

Se $s(n) \in \text{Estados}$ é o estado atual no passo n , e $x(n) \in \text{Entradas}$, então o sinal de saída no próximo passo é dado por:

$$(s(n+1), y(n)) = \text{função}(s(n), x(n)):$$

Assim, a função faz com que seja possível que a máquina de estado construa o sinal de saída passo a passo através da observação do sinal de entrada passo-a-passo.

A Máquina de estado define uma função:

Equação 2-2

$$F: \text{Sinais de entrada} \rightarrow \text{Sinais de saída}$$

Tal que, para qualquer sinal de entrada $x \in \text{Sinais de Entrada}$ o respectivo sinal de saída é $y = F(x)$.

No entanto, ele faz muito mais do que apenas definir esta função. Também nos dá um procedimento para avaliar essa função num sinal de entrada particular. A **resposta de estado** $(s(0), s(1), \dots)$ e do sinal de saída y são construídos como se segue:

Equação 2-3

$$s(0) = \text{estado inicial},$$

$$\forall n \geq 0, (s(n+1), y(n)) = \text{função}(s(n), x(n)),$$

Se o estado inicial for alterado, a função F irá mudar, de modo que o estado inicial é uma parte essencial da definição de uma máquina de estado.

Cada avaliação da equação 2-4 é designada por **reação** porque define como a máquina de estado reage a um determinado símbolo de entrada.

Assim, não é necessário para ter acesso a toda a sequência de entrada para iniciar a produção de símbolos de saída.

Esta característica é extremamente útil na prática, uma vez que é geralmente impraticável ter acesso a toda a sequência de entrada (se infinito em tamanho). O procedimento resumido na equação (2.3) - (2.4) é causal, ou seja o próximo estado $s(n+1)$ e a corrente de saída $y(n)$ depende apenas do estado inicial $s(0)$ e atual e entradas passadas $x(0), x(1), \dots, x(n)$.

2.2.2 Máquinas de estados finitas

Uma máquina de estados finitos, *Finite State Machine* (FSM) ou autômato finito é um modelo matemático usado para representar programas de computadores ou circuitos lógicos, o qual possui um número finito de estados.

Máquinas de estado finito podem modelar um grande número de problemas, entre os quais a automação de *design* eletrônico, projeto de protocolo de comunicação, análise e outras aplicações de engenharia. Na biologia e na pesquisa da inteligência artificial, máquinas de estado ou hierarquias de máquinas de estado são, por vezes, utilizadas para descrever sistemas neurológicos e em linguística para descrever as gramáticas das linguagens naturais.

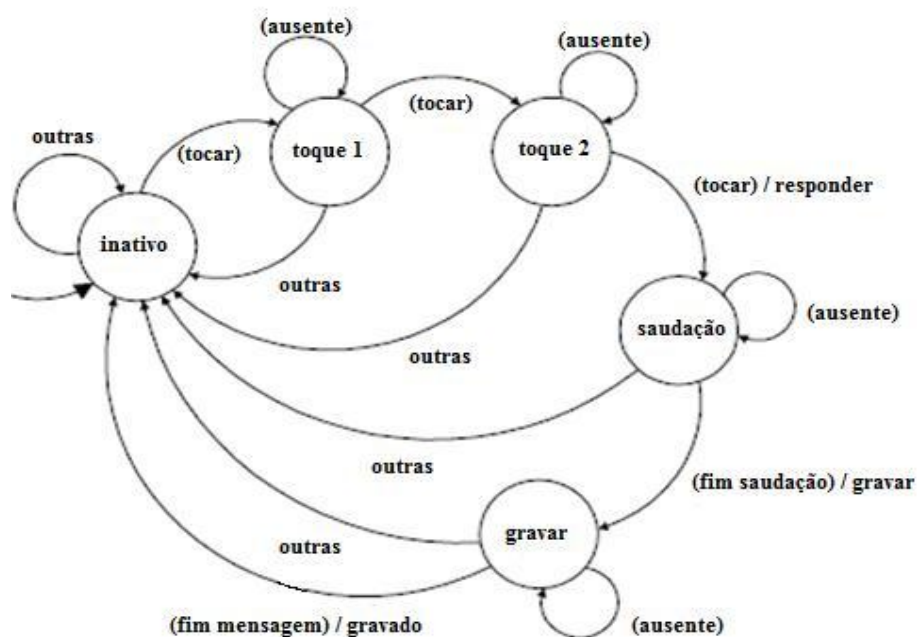
Quando o número de estados é pequeno, e os sinais de entrada e de saída são finitos (e pequenos), podemos descrever a máquina de estado usando um diagrama muito legível e intuitivo chamado **diagrama de transição de estado** (Varaiya, 2001).



Exemplo: Uma descrição verbal de um correio de voz automático pode ser definida da seguinte forma:

Quando é feita uma chamada, o telefone toca. Se a chamada não for atendida, então no terceiro toque, máquina responde. Ela desempenha uma saudação pré-gravada solicitando que a pessoa deixe uma mensagem ("Olá, desculpe, eu não posso atender a sua chamada agora ... Por favor, deixe uma mensagem após o bip "), em seguida, regista a mensagem do interlocutor e, em seguida, desliga-se automaticamente. Se o telefone é atendido antes do terceiro toque, a máquina não faz nada.

A Figura 2.1 mostra um diagrama de transição de estado para o modelo deste correio de voz de voz.



Estados
inativo: nada acontece
toque 1: um toque chegou
toque 2: dois toques chegaram
saudação: a saudação é iniciada
gravar: a mensagem do interlocutor é gravada

Entradas
tocar: recebendo sinal de toque
fim de saudação: mensagem de saudação termina
fim de mensagem: fim de mensagem detetada
ausente: nenhuma entrada de interesse

Saídas
responder: responder ao telefonema e passar a saudação
gravar: começar a gravar a mensagem
gravado: gravada a mensagem completa
ausente: saída por defeito quando não há nada para dizer

Figura 2-1 Diagrama de transição de estados do correio de voz (Varaiya, 2001)



<p>Máquina de estados:</p> <p>(Estados, Entradas, Saídas, Função, Estado Inicial)</p> <p>Função=Estados×Entradas→Estados×Saídas</p> <p>Estado Inicial ∈ Estados</p> <p>Elementos:</p> <p>estado ∈ Estados</p> <p>saída1, saída2 ∈ Saídas</p> <p>entrada1, entrada2 ∈ Entradas</p> <p>outras={$x \in Entradas \mid x \notin (saída1 \cup saída2)$}</p> <p>Determinabilidade:</p> <p>(Há no máximo uma possível reação a uma entrada)</p> <p>$saída1 \cap saída2 = \emptyset$</p>
--

Figura 2-2 Resumo da notação (Varaiya, 2001)



2.2.3 Autómato temporizado

Autómatos temporizados são modelos que incluem refinamentos que medem a passagem do tempo. Tais refinamentos são chamados de relógios. Os modelos resultantes são **máquinas de estados finitos (autómatos) com tempo**.

Um relógio é modelado por uma equação diferencial de primeira ordem,

$$\forall t \in T_m; \quad \dot{s}(t) = a$$

Onde $s: Reais \rightarrow Reais$ é uma função, $s(t)$ é o valor do relógio no tempo t , e $T_m \subset T$ é o subconjunto de tempo durante o qual o sistema se encontra no estado m . A taxa do relógio, um, é uma constante enquanto o sistema está neste modo.

Exemplo:

Suponha que queremos produzir uma sequência de eventos de saída chamado *instante*, com o tempo entre dois *instantes* consecutivos, alternado entre 1 e 2 segundos. Ou seja, queremos produzir um *instante*, pela sequência 1, 3, 4, 6, 7, 9,

Este processo é ilustrado pelo *gerador de instantes*, como representado na Figura 2 - 3.

Existem dois estados rotulados de *estados 1 e 2*. O refinamento em cada estado é o valor de um relógio no tempo t , denotado por $s \in Reais$. Assim, a qualquer momento t do estado do *gerador de instantes* é o par (*estado* (t), $s(t)$).

A saída é o sinal v e o sinal s com base no tempo. Não há entradas.

Em ambos os estados, s evolui de acordo com a equação diferencial $\dot{s}(t) = 1$, onde $\dot{s}(t)$ é a derivada de s de acordo com o tempo t .

Assim, s simplesmente mede a passagem do tempo, com o aumento de 1 segundo por cada segundo de decorrido.

O comportamento do sistema é mostrado na Figura 2-4.

No tempo 0, como indicado pela seta a negrito na Figura 2-3, o sistema inicialmente entra em *estado 1*. A seta a negrito indica a ação $s(0) := 0$, que define $s(0)$ a 0.

A notação " $:=$ " é usada em vez de " $=$ " para enfatizar que esta é uma tarefa, não uma afirmação.

O sistema reage em todos os momentos t em $Reais_+$.

Para o primeiro segundo, a condição *guard*⁵ desta transição do *estado 1* é avaliada como falsa.

A *guard* desta transição é escrita na forma $\{s(t) == 1\}$, tratando-se de um atalho para o conjunto de todas as entradas e estados de refinamento, onde $s(t) = 1$. A notação "==" é utilizada em vez de "=" para enfatizar que esta é uma afirmação, não uma atribuição (Varaiya, 2001).

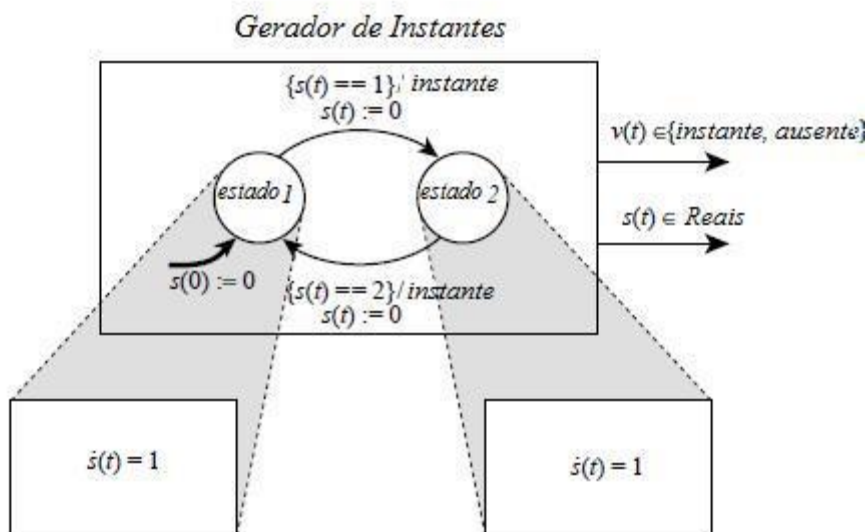


Figura 2-3 Autômato temporizado

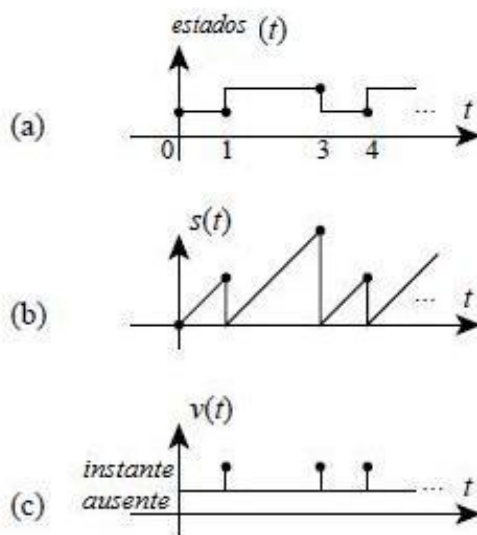


Figura 2-4 Os estados do sistema da Figura 6.4 (a), o refinamento dos estados s (b), e o evento de saída v (c) (Varaiya, 2001).

⁵ *Guard* - Notação anglo-saxónica a qual traduz a condição que guarda a transição. Se for verdadeira a transição é realizada.

2.3 Modelos matemáticos de veículos

Neste ponto pretende-se apresentar, de uma forma resumida, os modelos matemáticos necessários para a modelação computacional dos veículos e seu comportamento.

Para tal, é necessário o estudo das equações de movimento para veículos aquáticos, começando pela notação e sistemas de coordenadas utilizados, sendo posteriormente apresentadas as equações gerais e os seus componentes.

O estado de um corpo rígido é definido por 6 variáveis independentes – graus de liberdade (Figura 2-1):

- Três coordenadas (avanço, deriva, arfagem) que descrevem o movimento de translação segundo x , y e z ;
- Três coordenadas (balanço, cabeceio, guinada) que descrevem as rotações em torno dos mesmos eixos.

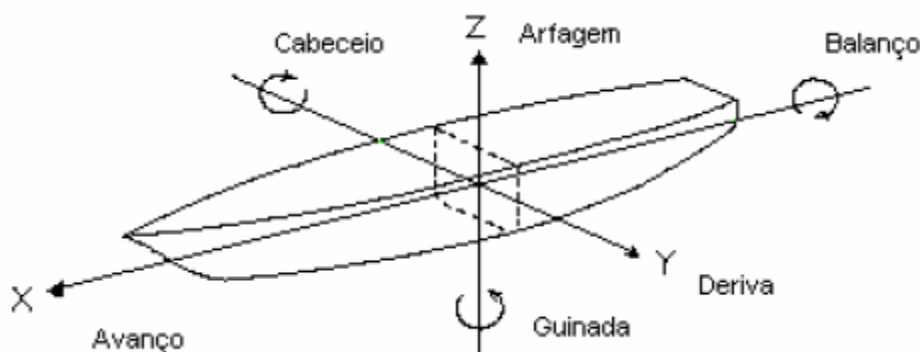


Figura 2-5 Graus de liberdade do movimento de um navio (Fossen, 1994)

De forma a respeitar as fontes consultadas será utilizada a notação anglo-saxónica para referir os graus de liberdade.

A tabela 2-1 define a notação de coordenadas adotada pela SNAME (*Society of Naval Architects and Marine Engineers*).

Movimento	Forças e Momentos	Vel. Linear e Angular	Posição e Orientação
Translação segundo a direcção x (<i>surge</i>)	X	u	X
Translação segundo a direcção y (<i>sway</i>)	Y	v	Y

Translação segundo a direcção z (<i>heave</i>)	Z	w	Z
Rotação em torno do eixo x (<i>roll</i>)	K	p	Φ
Rotação em torno do eixo y (<i>pitch</i>)	M	q	Θ
Rotação em torno do eixo z (<i>yaw</i>)	N	r	Ψ

Tabela 2-1 Notação do sistema com 6 graus de liberdade (SNAME, 1950)

Para a definição dos sistemas de coordenadas utilizam-se múltiplos referenciais devido à sua utilidade em diferentes problemas, ou ao fato de certos fenómenos se expressarem de uma forma natural num dado referencial. Por exemplo, em navegação preocupamo-nos em saber a posição e velocidade de uma plataforma em relação a um ponto na terra. No estudo destes veículos definem-se normalmente dois sistemas de coordenadas: um que é móvel e solidário com a plataforma, portanto, designado por referencial da plataforma (*body-fixed*); e outro que é fixo com a Terra, referencial da Terra (*earth-fixed*). Representados na figura 2-1.

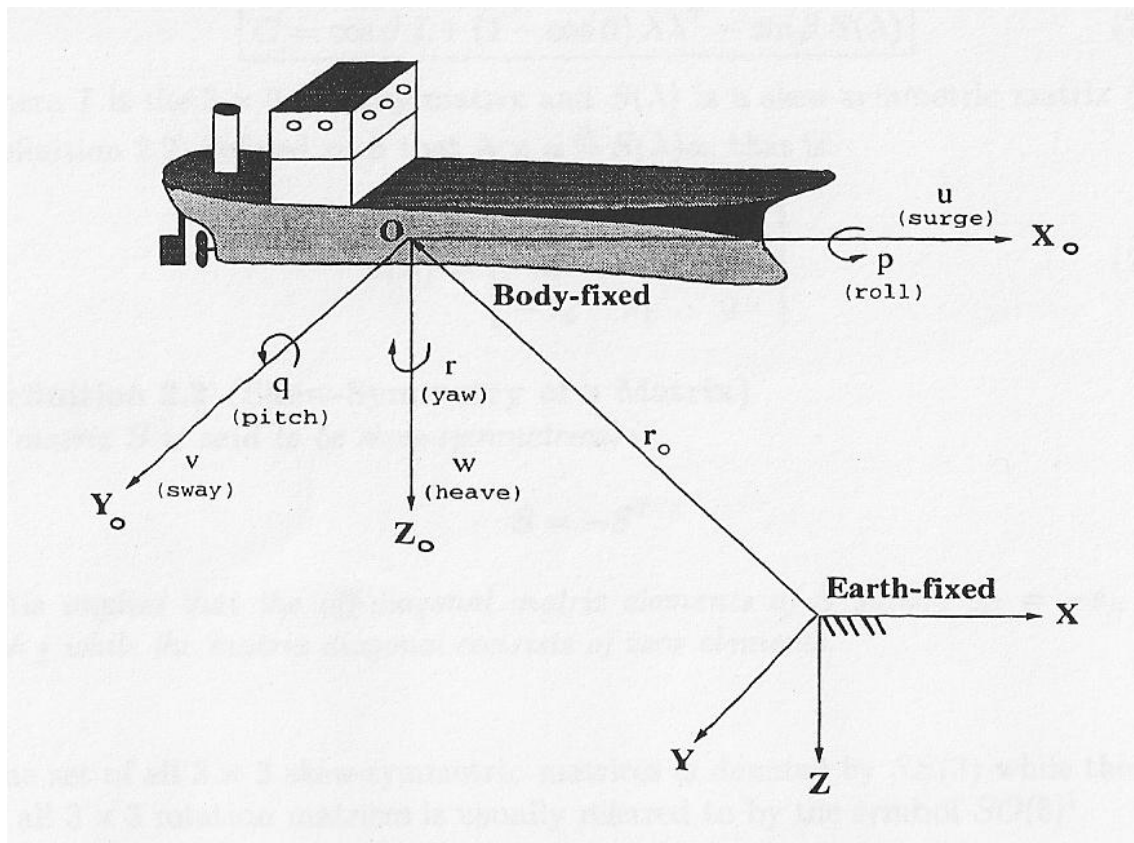


Figura 2-6 Sistemas de Coordenadas (Fossen, 1994)

O movimento do referencial móvel é normalmente definido em relação a um referencial inercial. De uma forma simplista, considera-se que o referencial da Terra XYZ é um referencial inercial. A origem do referencial móvel é normalmente definida no centro de gravidade da plataforma, quando este coincide com o seu principal plano de simetria. Em veículos marítimos, os eixos X_0 , Y_0 e Z_0 do referencial solidário com a plataforma coincidem com os principais eixos de inércia do mesmo:

- X_0 - eixo longitudinal (sentido: de ré para vante)
- Y_0 - eixo transversal (sentido: para estibordo)
- Z_0 - eixo normal (sentido: para baixo)

A posição e orientação da plataforma são expressas em relação ao sistema de coordenadas inercial, enquanto as velocidades lineares e angulares são definidas no sistema de coordenadas da plataforma. Estas variáveis definem-se de acordo com a notação da SNAME (tabela 2-1). Baseado nesta notação, o movimento de uma

plataforma marítima em 6 graus de liberdade é definido pelos seguintes vetores de estado:

$$\eta = [\eta_1^T \eta_2^T]^T = [x \ y \ z \ \phi \ \theta \ \psi]^T \quad \text{Equação 2.1}$$

$$v = [v_1^T v_2^T]^T = [u \ v \ w \ p \ q \ r]^T \quad \text{Equação 2.2}$$

onde η representa a posição e orientação no referencial da Terra, v representa a velocidade linear e angular do referencial da plataforma. τ define as forças e momentos que actuam na plataforma, no referencial do mesmo:

$$\tau = [\tau_1^T \tau_2^T]^T = [X \ Y \ Z \ K \ M \ N]^T \quad \text{Equação 2.3}$$

A trajectória da plataforma em relação ao sistema de coordenadas da Terra é dada pela transformação de velocidade (ângulos de Euler):

$$\begin{bmatrix} \dot{\eta}_1 \\ \dot{\eta}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1(\eta_2) & O_{3 \times 3} \\ O_{3 \times 3} & J_1(\eta_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \quad \text{Equação 2.4}$$

onde $J(\eta)$ é a matriz de transformação de velocidade linear e angular no referencial da plataforma (v) para o referencial da Terra ($\dot{\eta}$). A matriz de transformação é definida pelos ângulos de Euler que representam a atitude da plataforma: *roll* (Φ), *pitch* (Θ) e *yaw* (Ψ). A matriz $J_1(\eta_2)$ obtém-se aplicando uma sequência de rotações, segundo os três eixos x , y e z , dos ângulos de Euler:

$$J_1(\eta_2) = C_{z,\psi}^T C_{y,\theta}^T C_{x,\phi}^T = \begin{bmatrix} c_\psi c_\theta & -s_\psi c_\phi + c_\psi s_\theta s_\phi & s_\psi s_\phi + c_\psi c_\phi s_\theta \\ s_\psi c_\theta & c_\psi c_\phi + s_\psi s_\theta s_\phi & -c_\psi s_\phi + s_\psi c_\phi s_\theta \\ -s_\theta & c_\theta s_\phi & c_\theta c_\phi \end{bmatrix} \quad \text{Equação 2.5}$$

Note que a matriz $J_1(\eta_2)$ é ortogonal $J_1(\eta_2)^T J_1(\eta_2) = I$. Enquanto $J_2(\eta_2)$ relaciona velocidades angulares entre coordenadas no referencial da plataforma e no da Terra:

$$v_2 = \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + C_{x,\phi} \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\theta} \\ 0 \end{bmatrix} + C_{x,\phi} C_{y,\theta} \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\psi} \\ 0 \end{bmatrix} = J_2^{-1}(\eta_2) \dot{\eta}_2 \quad \text{Equação 2.6}$$

$$J_2(\eta_2) = \begin{bmatrix} 1 & s_\phi t_\theta & c_\phi t_\theta \\ 0 & c_\phi & -s_\phi \\ 0 & s_\phi / c_\theta & c_\phi / c_\theta \end{bmatrix} \quad \text{Equação 2.7}$$



sendo que $c' = \cos(\cdot)$, $s' = \sin(\cdot)$ e $t' = \tan(\cdot)$. Note que a matriz $J_2(\eta_2)$ tem uma singularidade em $\theta = \pm 90^\circ$, o que não constitui um problema uma vez que os veículos não operarão perto desta singularidade.

2.3.1 Equação Geral do Movimento

As equações não lineares de dinâmica que descrevem a evolução das 6 variáveis de estado do veículo aquático são uma combinação das equações de dinâmica do corpo rígido com as equações para as forças e momentos que atuam no veículo e que incluem, entre outros, as funções hidrodinâmicas. A equação geral de movimento, no referencial do veículo, é dada por:

$$M\dot{v} + C(v)v + D(v)v + g(\eta) = \tau \quad \text{Equação 2.8}$$

$$\dot{\eta} = J(\eta_2)v \quad \text{Equação 2.9}$$

sendo que:

- M Matriz de inércia e massa acrescentada
- $C(v)$ Matriz de Coriolis e centrípeta
- $D(v)$ Matriz de amortecimento hidrodinâmico
- $g(\eta)$ Vetor de forças e momentos de restabelecimento
- τ Forças e binários aplicados ao sistema

2.4 Procedimentos para operações com botes

Os botes pneumáticos zebro tipo III foram estudados exclusivamente para fins militares, no entanto, apesar da sua especificidade, são utilizados nas mais variadas missões, desde operações militares, nomeadamente patrulhas, até missões de carácter civil, tal seja o apoio às populações em áreas alagadas, apoio a provas desportivas (ex.: vela), e outras missões do âmbito do corpo de fuzileiros.

Devido ao seu elevado emprego tático e características físicas, foi escolhido para simular uma plataforma de ataque terrorista a um porto nacional (Escola de Fuzileiros, 2013).



Figura 2-7 Bote zebro tipo III (Escola de Fuzileiros, 2013)

2.4.1 Características Gerais

Comprimento Total	4,60m
Largura máxima exterior	1,90m
Largura máxima interior	0,90m
Peso total	140kg

De forma a proporcionar um ataque rápido e eficaz foi aplicado o motor fora de borda de 50 HP do tipo “MERCURY 500”⁶.

2.4.2 Utilização do bote Zebro III a motor - Lotação

A lotação de um bote zebro III depende, como é óbvio, de vários fatores: local de ação, condicionalismos táticos, condições meteorológicas, entre outras. No entanto, a prática aponta para um máximo de seis homens incluindo o condutor (patrão de bote) atendendo à necessidade de se conseguir um máximo equilíbrio e rendimento do conjunto bote/motor.

⁶ Motor a dois tempos de 4 cilindros em linha utilizados nos botes tipo III, de origem americana que desenvolve a potência de 50HP. Para um peso entre 700 e 1050 kg atinge a velocidade de 22-31 nós (entre 40 e 57km/h aproximadamente). Peso (motor) – 79,8 kg, cilindrada 718cm³.



2.4.3 Velocidade do bote (com motor de 50 HP)

Para efeitos de planeamento podem-se tomar como referência os valores apresentados na Tabela 2-2, não sendo caracterizada a dimensão das condições meteorológicas (Comando do Corpo de Fuzileiros, 1998), estes dados serão considerados no capítulo 5.

Condições meteorológicas	Carga IV ⁷	Apenas patrão de bote
Boas	15 nós	22 nós
Adversas	8 nós	12 nós

Tabela 2-2 Velocidades de planeamento

⁷ Carga IV - Equipa de bote com 5 homens com armamento orgânico e com as respetivas mochilas abastecidas, aproximadamente 800 kg.

3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

3.1 Introdução

Este capítulo irá especificar a abordagem e os cenários definidos pelo DAT – PoW para o projeto Safeport, nomeadamente qual a metodologia a utilizar e as dimensões escolhidas para o cenário e, por último, o endereçamento do problema que efetua em relação à questão de investigação um levantamento das restrições concetuais associadas à modelação de embarcações tripuladas por agentes terroristas e consequentes necessidades aquando da realização de experiências para validação dos perfis.

3.2 Projeto Safeport

Face as necessidades expostas na secção 1.1, torna-se pertinente o estudo e elaboração de um modelo padrão para a condução de experiências reais de avaliação de sistemas, de forma a validar as soluções propostas pelo simulador do sistema Safeport, como exemplificado na Figura 3-1.

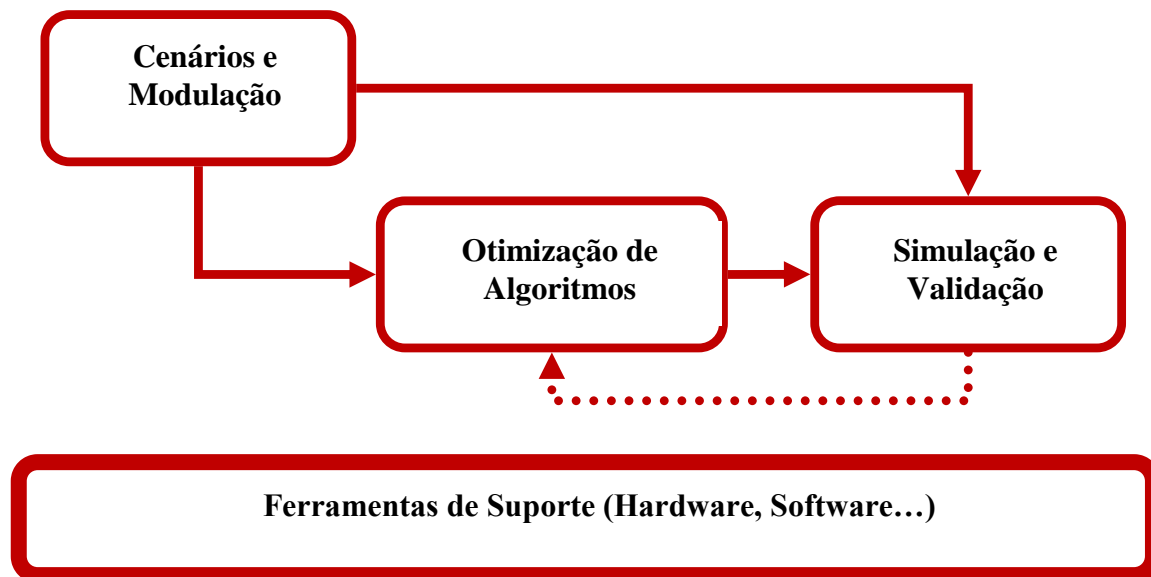


Figura 3-1 Visão Global do Projeto (Marinha Portuguesa, 2010)

De forma a obter uma solução ótima para o sistema Safeport, é fundamental o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) para auxiliar a tomada de decisão neste projeto, com especial ênfase na criação do simulador e sua validação.

A fase inicial pressupõe a análise de um conjunto de cenários operacionais e as condições em que a proteção do porto é necessária.

Serão desenvolvidos modelos realistas e precisos que cobrem todos os aspetos do cenário, relevantes para determinar a melhor configuração de equipamentos e pessoal e para maximizar a proteção. Os cenários e modelos irão alimentar os algoritmos de otimização que irão determinar um conjunto de soluções de configuração, isto é, a combinação de equipamentos e de pessoal utilizado com o propósito de detetar e localizar.

Estes equipamentos são compostos por sensores de radar, sensores EO/IR, observação por satélite, sonar, plataformas e navios não tripulados, entre outros.

Dada a elevada complexidade do problema, haverá uma grande utilização de simulação para avaliar o desempenho de cada uma das soluções de configuração.

Posteriormente, as soluções de configuração serão classificadas com base nos resultados da avaliação e de acordo com os critérios para o melhor, o melhor sob restrições e o melhor compromisso.

Finalmente, a validação será realizada para confirmar a veracidade e exatidão dos modelos para os sistemas do mundo real que representam, bem como a aplicabilidade dos algoritmos de otimização de cenários da vida real.

Para isso, serão recolhidos e comparados os dados reais dos testes com os dados das simulações.

A abordagem global do Safeport compreende: o cenário e a modelação, o processo de SAD e a simulação, como representado na Figura 3-2.

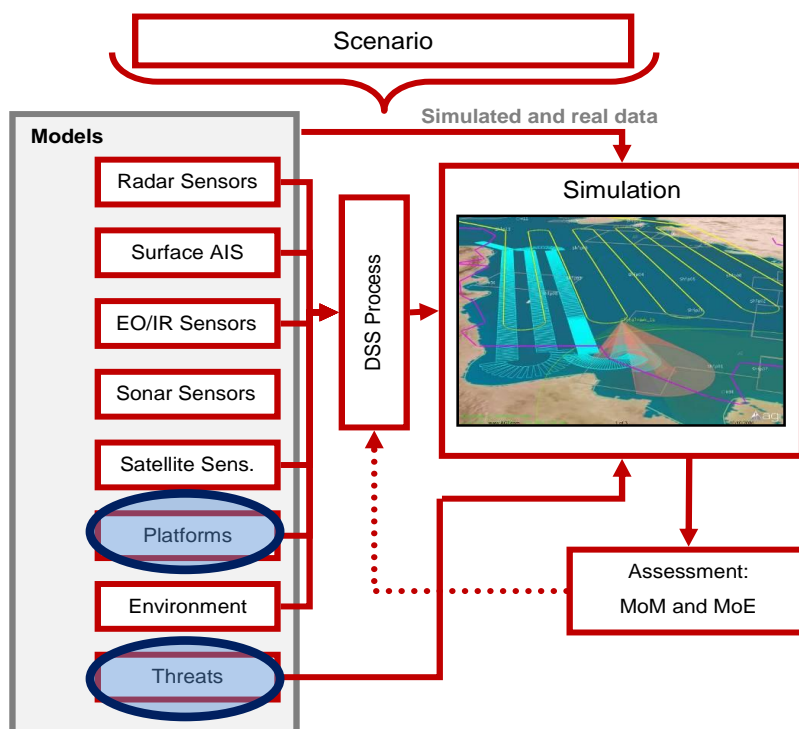


Figura 3-2 – Abordagem Global (Marinha Portuguesa, 2010)

No que diz respeito à fase de modelação, é importante referir duas componentes, no âmbito da Dissertação, as **plataformas** e a **ameaça**.

3.2.1 Modelação de Plataformas

Plataformas, especialmente as não tripuladas, são ativos importantes a considerar no Safeport.

Plataformas com sensores a bordo funcionam como plataformas de deteção móvel, (por exemplo, sensor de um navio, deteção visual) e permitem estender as áreas de vigilância, especialmente em locais onde os sensores fixos não podem ser instalados.

Um certo número de plataformas, normalmente utilizado para fins de vigilância e defesa, será modelado de acordo com as seguintes categorias:

- Plataformas marítimas de superfície (ex.: fragatas, embarcações de grande velocidade)
- Plataformas de subsuperfície (ex.: submarinos)
- Plataformas aéreas (ex.: *Unmanned Aerial Vehicles* (UAVs))
- Homem (ex.: mergulhadores)

Cada categoria plataforma será composta por:

NÃO CLASSIFICADO

- Modelos dinâmicos com graus específicos de liberdade
- Modelos simplificados que permitem simulações rápidas (em detrimento da precisão).

Neste campo, a FEUP tem uma extensa experiência em lidar com as plataformas marítimas, especialmente do ar, de superfície e plataformas não tripuladas de subsuperfície.

3.2.2 Modelação de Ameaças

Estes objetos serão usados para testar a taxa de eficácia solução de configuração num cenário específico (incluindo as suas limitações em termos de recursos). As ameaças podem incluir, entre outros, *fast-boats*, embarcações e mergulhadores.

Serão consideradas ameaças isoladas, ou seja, são entidades físicas caracterizadas pelo movimento e características físicas (por exemplo, tamanho e índice refletividade). Ameaças isoladas variam de mergulhadores, para veículos operados e / ou veículos não tripulados.

Os atacantes devem ser modelados como agentes inteligentes, e será expectável o seu comportamento pró-ativo e reativo, o qual necessita de ser antecipado em simulações. Este processo permitirá a identificação de possíveis perfis de ataque e comportamentos do atacante, bem como a definição dos mapas de vulnerabilidade do ponto de vista da defesa.

3.3 Cenários

Foi solicitado ao DATPoW uma solução para o problema:

Que constituição deve ter a *Harbor Protection Deployable Team* (HPDT)?

Devido ao número extremamente grande de cenários disponíveis, o DATPoW começou a trabalhar numa questão derivada:

Quais os cenários mais relevantes, para efeitos de protecção do porto?

Após um estudo aprofundado da questão derivada concluiu-se que as dimensões mais relevantes do cenário são:

- Autorização diplomática para implementação dos sensores e recursos: poderia afetar a localização ótima de sensores;



- Ameaça física para a integridade do pessoal e equipamento HPDT: afeta a estrutura da equipa e os requisitos de auto-protecção;
- Perseguição criminal de suspeitos terroristas: afeta a constituição da equipa;
- A *Human Intelligence* (HUMINT)⁸ é espectável ao longo da missão: afeta o número de pessoal necessário para suportar a estrutura da equipa;
- A execução de código ISPS⁹ (*International Ship and Port Facility Security*): afeta o número de pessoal necessário para apoiar a equipa;
- Presença de minas e IED submersos dentro da área de interesse e canais de navegação: afeta a necessidade de levantamento do local;
- Proteção da navegação de superfície (missão HPDT relacionada), através do porto para a área de interesse: afeta a necessidade de ter o canal livre e sua orientação, juntamente com as medidas de proteção da força;
- Tamanho máximo da HDTP;
- O apoio do país anfitrião, em relação a abrigo, alimentação, assistência médica e energia: afeta a quantidade de equipamentos e pessoal necessário para apoiar a equipa;
- **Ambiente tático, esta dimensão é medida através da simpatia da população em relação à NATO e às vontades políticas dos terroristas: afeta a classificação;**
- Condições ambientais permanentes: afeta o desempenho dos sensores e o movimento dos terroristas;
- **Densidade da navegação de superfície: afeta o processo de classificação de ameaça;**
- Tipo de ameaça: afeta o tipo de sensores envolvidos;
- Duração da missão: afeta a quantidade de sensores e do pessoal envolvido, incluindo a manutenção de equipamentos;

⁸ *Human Intelligence* – É uma disciplina de coleta de informações utilizado pelas organizações de inteligência do governo contra outros governos.

⁹ ISPS - É um acrescento à Convenção *Safety of Life at Sea* (SOLAS) relativo aos requisitos mínimos de segurança para os navios, portos e agências governamentais. Estabelece responsabilidades para os governos, companhias de navegação, e pessoal de bordo para a ação de "detetar ameaças à segurança e tomar medidas preventivas contra incidentes de segurança que afetem navios ou instalações portuárias utilizadas no comércio internacional".

- Área de interesse; área a proteger mais o alcance das armas terroristas mais capacidade de resposta das forças próprias a um intruso suspeito: afeta o número de sensores e pessoal envolvido;
- Risco assumido: é a probabilidade de sucesso de um ataque terrorista: afeta a quantidade de sensores e do pessoal envolvido.

Dimensão	1º Cenário	2º Cenário	3º Cenário	4º Cenário	5º Cenário
Autorização HPDT	Garantida	Garantida	Garantida	Garantida	Garantida
Ameaça Física à HPDT	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
Perseguição criminal de suspeitos	Autoridades Locais	Autoridades Locais	Autoridades Locais	Autoridades Locais	Autoridades Locais
<i>HUMINT upon detention</i>	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente
ISPS implementadas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Operações precursoras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção da Navegação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dimensão da HPDT	NRF tamanho	NRF tamanho	NRF tamanho	NRF tamanho	NRF tamanho
Apoio da nação	Completo / Garantido	Completo / Garantido	Completo / Garantido	Inexistente	Inexistente
Ambiente Tático	Contra a vontade dos terroristas	Contra a vontade dos terroristas	Contra a vontade dos terroristas	Simpatia pela vontade dos terroristas	Simpatia pela vontade dos terroristas
Condições Ambientais	Corrente à superfície constante, inferior a 1,5nós Temperatura da água acima de 10°C	Corrente à superfície constante, inferior a 1,5nós Temperatura da água acima de 10°C	Corrente à superfície constante, inferior a 1,5nós Temperatura da água acima de 10°C	Corrente à superfície constante, inferior a 1,5nós Temperatura da água acima de 10°C	Corrente à superfície constante, inferior a 1,5nós Temperatura da água acima de 10°C
Densidade de navegação à superfície	Média	Média	Máxima/ Muito elevada	Média	Máxima/ Muito elevada
Ameaça	Apenas à superfície	À superfície e mergulhador com veículo de propulsão subaquática	Apenas à superfície	À superfície e mergulhador com veículo de propulsão subaquática	À superfície e mergulhador com veículo de propulsão subaquática
Duração da Missão	>1 semana <1 mês	>3 meses < 6 meses	>1 dia <1 semana	>1 semana <1 mês	>1 semana <1 mês
Área de Interesse	Vasta	Média dimensão	Pequena dimensão	Média dimensão	Pequena dimensão
Risco assumido	Médio	Médio	Baixo	Médio	Médio

Tabela 3-1 Os cinco cenários do projeto Safeport

NÃO CLASSIFICADO



A fim de prosseguir com o processo de seleção do cenário, para cada dimensão, foram considerados os valores mais extremos. Desta forma, os limites dos possíveis cenários foram criados, como resultado, os cinco cenários, presentes na Tabela 3.1, foram considerados os mais relevantes, portanto, válidos com o objetivo de trabalhos futuros.

No presente estudo, de acordo com a ameaça considerada, vão ser tidos em conta os cenários nº1 e nº3, uma vez que se trata da modelação de veículos e seu comportamento e dos seus operadores, para tal as dimensões apresentadas serão tidas em conta nos capítulos seguintes.

No que diz respeito às dimensões que afetam o comportamento do terrorista é necessário proceder à sua caracterização, como apresentada pelo DATPoW, assim como a sua influência na ação do terrorista:

- **Ambiente tático, esta dimensão é medida através da simpatia da população em relação à NATO e às vontades políticas dos terroristas**

A simpatia das pessoas locais para a causa do terrorista poderia comprometer, entre outras coisas, o processo de classificação de toda a navegação de superfície. Por outro lado, a empatia local com a NATO poderia facilitar a missão.

Influência: Risco de exposição por parte de elementos locais durante a aproximação para o ataque.

- **Densidade da navegação de superfície**

Esta dimensão não inclui a navegação de navios grandes, apenas pequenas embarcações, utilizadas para fins recreativos (vela, pesca ou turismo). Foram considerados três valores possíveis para esta dimensão:

- (a) Atividade nula ou muito baixa (a ser definido pelo número de embarcações por quilómetro quadrado por hora);
- (b) Atividade média;
- (c) Alta atividade.

Influência: Capacidade de dissimulação e criação de janelas de oportunidade.

3.4 Problema endereçado

De forma a obter uma solução para o problema, ou seja para a questão central - *Face à ameaça terrorista por um meio de superfície, qual o melhor modelo que se aplica ao seu comportamento?* – é necessário criar um modelo parametrizável tendo como base veículos reais, neste caso o bote zebro tipo III , bem como o seu comportamento, ou seja de acordo com as intenções/ações do terrorista criar um modelo do perfil de ataque, definindo as variáveis que entram neste modelo, como definidas no capítulo 5.

Existe ainda a necessidade de elaboração de tabelas de registo de perfis, por forma a integrar e comparar eventuais dados estatísticos coletados através da realização de uma experiência real.



4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O Terrorismo

Ao longo dos anos tem surgido um incremento significativo em documentos e artigos relativos à ameaça de terrorismo com recurso a pequenas embarcações. Em (Carafano, 2007) são reveladas preocupações decorrentes deste tipo de ameaça e sugeridas três contramedidas para combater ataques de pequenas embarcações:

1. Intensificação do processo de identificação e registo de embarcações e atribuição de licenças;
2. Incremento de vigilância por parte das próprias populações relativamente a atividades suspeitas;
3. Controlo de acesso e interdição de ameaças, através da limitação de áreas e implementação de medidas para travar uma ameaça com recurso a pequena embarcação, uma vez detetada.

O antigo comandante da Guarda Costeira americana, Almirante Thad Allen (Allen, 2008), caracteriza este tipo de ameaça como sendo um dos tipos de ataques terroristas com maior capacidade de influência, uma vez que um simples ataque pode forçar o encerramento de um porto, resultando em consequências económicas e de segurança a longo prazo. O Almirante refere ainda a possibilidade de utilização das embarcações para transportar bombas de natureza nuclear para dentro das fronteiras de um país adjacente, culminando em implicações catastróficas.

Em (Raymond, 2005), o autor clarifica que a maneira mais eficaz de travar terroristas “marítimos” é através da rutura das suas capacidades em terra, que permitem aos terroristas proceder a ataques no mar: “Uma vigilância eficaz e a coleta e partilha de informação irá ajudar a prevenir aquisição de armas e explosivos por parte de grupos militantes com intuito de levar a cabo ataques no domínio marítimo. Um ataque em larga escala a um alvo no mar requer uma quantidade considerável de planeamento, treino e tecnologia. A rutura deste processo irá degradar severamente a capacidade de um grupo enfrentar uma organização marítima de larga escala.”

Como é possível denotar acima, a literatura relativa à compreensão da condução de ataques terroristas com recurso a pequenas embarcações segue duas vertentes:

1. A condução de ataques no mar;
2. As atividades desenvolvidas em terra (planeamento, preparação, etc...).

4.1.1 Comportamento de Agentes Terroristas

Apesar de não existir um perfil concreto atribuído a um possível agente terrorista, resultados de estudos americanos sobre terrorismo (Smith, NIJ Grant 2003-DT-CX-0003, 2006) revelaram que, ao contrário da criminalidade tradicional, a qual é geralmente caracterizada pela espontaneidade e ausência de planeamento, sendo habitualmente o resultado de crimes de índole pessoal, o terrorismo envolve tipicamente pessoas ou grupos motivados por objetivos políticos-sociais, justificação ideológica, e uma premeditação e planeamento consideráveis. De acordo com (Smith, Terrorism in America: Pipe bombs and pipe dreams, 1994) e (Damphousse, 2003), é habitual a participação, por parte de agentes terroristas, em diversas atividades de planeamento dissociado de ações de terrorismo, bem como a condução de atividades criminosas previamente à realização de um ataque terrorista. Dentro do grupo de atividades perscrutadas é comum a presença de crimes relacionados com a criação de identificações falsas para membros da célula terrorista, roubos com o intuito de obter fundos monetários e a aquisição de armas e explosivos, conforme Figura 4-1. Este tipo de comportamentos pode culminar ultimamente em ataques terroristas, pelo que a presença deste tipo de atividades preparatórias poderá servir como indicadores para prevenção de incidentes ou interdição de espaços.

CATEGORIA	TOTAL
Aquisição de Materiais para Bombas	30
Assistir a uma Exposição de Armas	3
Conspiração	9
Aquisição de Fundos Monetários	14
Entrada Ilegal nos EUA	3
Pequenos Roubos	16
Reuniões	96
Roubos de Viaturas	6
Chamadas Telefónicas	110
Viagem aérea	4
Roubos de Larga Escala	29
Contrabando	3
Vigilância	16

Tabela 4-1 Tipos de Atividades Preparatórias

Em (Smith, NIJ Grant 2003-DT-CX-0003, 2006), um grupo de especialistas selecionados identificaram um total de 265 incidentes terroristas nos anos de 1980-2004, entre casos confidenciais e *open source*, por forma a criar uma base de dados relacional. Estes dados foram associados a 515 posições geoespaciais com ligação a atividades terroristas (residências, locais de planeamento, localização de alvos, etc.). Com efeito, a conduta de um grupo terrorista foi examinada através do envolvimento de quatro atividades, conforme Figura 4-1.

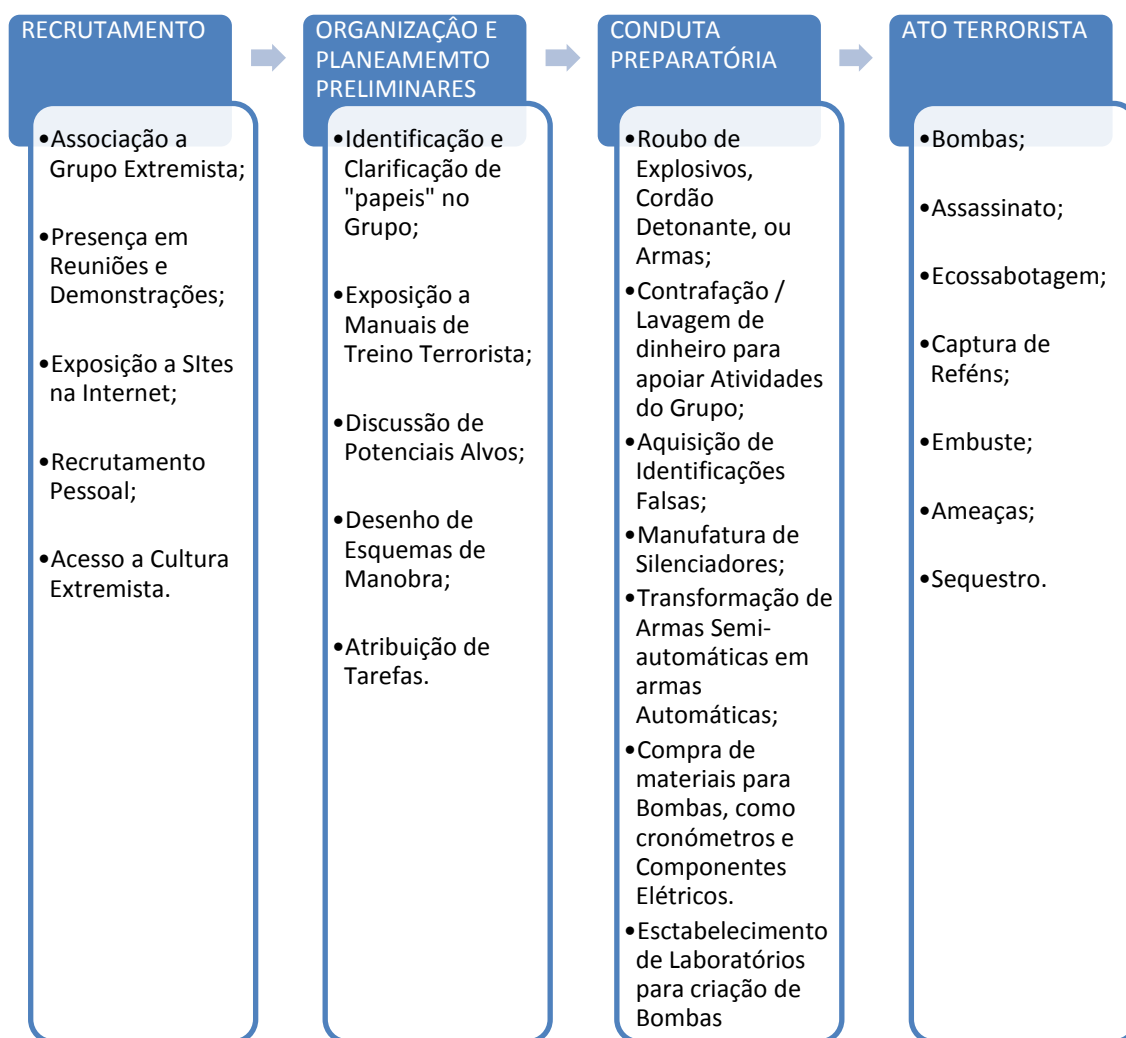


Figura 4-1 Atividades de Grupos Terroristas

4.1.1.1 Terroristas no Tempo e Espaço

Os terroristas operam dentro das restrições e fronteiras do tempo e espaço. Em (Davis, 2004) é identificada como uma falha do contra terrorismo, a assunção de que os ataques terroristas são aleatórios, e que estes “podem ocorrer em qualquer lugar”.

Apesar de em conceito teórico os ataques poderem de fato ocorrer em qualquer lugar, a probabilidade de ocorrência de um ataque terrorista varia significativamente de um local para outro, uma vez que a materialização de um ataque terrorista requer um período extenso para planejar, adquirir materiais explosivos e deslocar até o local do alvo. Em vários aspectos, a natureza indiscriminada e espontânea dos ataques terroristas encontra-se drasticamente sobrevalorizada.

4.1.1.2 Terroristas “Pensa Globalmente, Age Localmente”

Devido aos ataques de 11 de Setembro de 2001¹⁰, foi transmitida numa imagem dos terroristas como agentes a operar e a seleccionar os seus alvos a grandes distâncias, onde estes residem e foram doutrinados. Apesar de este conceito ser verdadeiro a certo nível para o caso específico dos agentes envolvidos nos ataques de 11 de Setembro, a grande maioria dos atos terroristas são perpetrados por pessoas que residem no próprio país há algum tempo. Ainda que os grupos terroristas possuam uma “visão global”, ou ideologia que engloba mais que as suas comunidades locais, os resultados de (Dampousse, 2003) sugerem que, de forma geral, os terroristas utilizavam pessoas ou estruturas relativamente próximas das suas residências como alvos. Não é contudo possível aferir a causa fenómeno, isto é, não é possível concluir se os terroristas seleccionaram um alvo, e transferiram a sua residência para estar perto deste, ou que viviam perto do alvo, e seleccionaram este como alvo devido à sua proximidade. Num espaço amostral de 426 casos, a maioria dos terroristas estudados residiu, por pelo menos um período de tempo curto, a uma distância entre 30 a 50 milhas do alvo, conforme Figura 4-2, sendo que é contudo possível distinguir um padrão dicotômico, onde existe os casos predominantes de o terrorista viver muito próximo ou muito distante do alvo, conforme Tabela 4-2.

¹⁰ 11 de Setembro de 2001 - foram uma série de ataques suicidas contra os Estados Unidos coordenados pela organização fundamentalista islâmica al-Qaeda em 11 de setembro de 2001. Os ataques tornaram-se emblemáticos com a colisão intencional de dois aviões contra as torres gémeas.

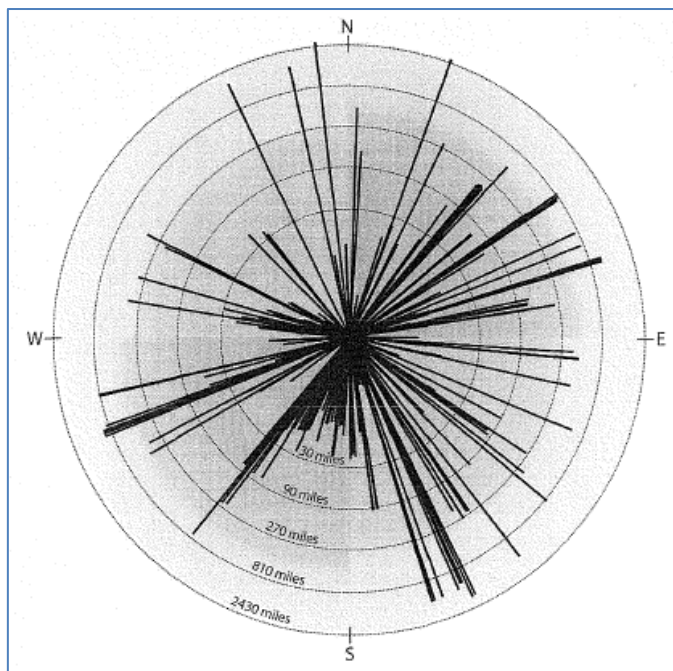


Figura 4-2 Análise da Distância Linear entre as Residências de Terroristas e Locais de Ataques Terroristas

ESTATÍSTICAS	PERCENTAGENS
N = 426	46% 0-30 milhas
Mínimo = 0 milhas	08% 31-90 milhas
Máximo = 2570 milhas	09% 91-270 milhas
Moda = 394 milhas	09% 271-810 milhas
Desvio-padrão = 514	28% 811-2570 milhas

Tabela 4-2 Estatísticas Relativas ao Diagrama Residência-Local Ataque

A análise de distâncias dos ataques terroristas é ainda passível de relacionar com as atividades preparatórias, conforme Figura 4-3 e Tabela 4-3, fortalecendo o padrão identificado relativamente à existência de proximidade dos terroristas junto dos locais de ataques terroristas.

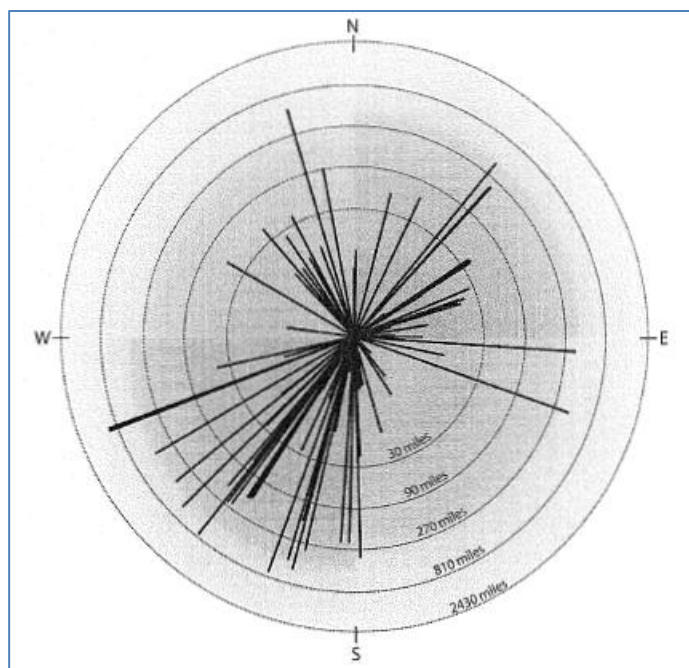


Figura 4-3 Análise da Distância Linear entre os Locais de Ataques Terroristas e Locais de Atividades Preparatórias

ESTATÍSTICAS	PERCENTAGENS
N = 134	61% 0-30 milhas
Mínimo = 0 milhas	10% 31-90 milhas
Máximo = 1093 milhas	12% 91-270 milhas
Moda = 129 milhas	13% 271-810 milhas
Desvio-padrão = 239	04% 811-1093 milhas

Tabela 4-3 Estatísticas Relativas ao Diagrama Local Ataque – Local Atividades Preparatórias

Com efeito, acredita-se que os esforços preventivos e as investigações após ataques terroristas se devem focar em acontecimentos e pessoas locais, enquanto fonte primária de informação relativamente à condução de atividades terroristas.

4.1.2 Terrorismo com Recurso a Pequenas Embarcações

A perspetiva apresentada pelo Almirante Thad Allen, relativamente à ameaça terrorista com recurso a pequenas embarcações em (Allen, 2008), refere que atualmente, os efeitos económicos sentidos através de um ataque de uma pequena embarcação a um alvo altamente remunerador, como é o caso de um navio porta-contentores, navio cruzeiro, ou mesmo instalações portuárias, eleva o nível de preocupação para com o problema apresentado a uma escala global. Este conceito é ainda enfatizado em



(Fatterman, 2008), quando este afirma “ quando um navio petroleiro oriundo do médio-orientes se dirige para o nosso país, nós sabemos tudo sobre ele antes de ele cá chegar, mas quando se trata de pequenas embarcações, ninguém sabe muito sobre elas.”.

De acordo com uma avaliação divulgada pela *The Associated Press* em 23 de Abril de 2008, o uso de pequenas embarcações deverá manter-se a arma de eleição por parte de facções terroristas como a *Al-Qaeda*¹¹ e a principal ameaça em ambiente marítimo, devido ao seu fácil armamento e emprego, baixo custo e a sua taxa de sucesso além-mar. Analistas acreditam que este tipo de ataques se tornou um dos mais prováveis de ocorrer em países como os EUA, porque estes ataques “satisfazem a necessidade esmagadora de simplicidade por parte dos terroristas” (Parfomak, 2007). Outros especialistas sugerem que, à medida, que a nível global, existe uma maior preparação contra ataques em terra, surgirão efeitos de “deslocamento de ameaça” (Galletti, 2007), culminando num incremento do terrorismo marítimo ao longo dos próximos anos.

É importante referir que a ameaça com recurso a pequenas embarcações envolve mais do que o simples uso de uma embarcação carregada com explosivos para embater contra um navio de grandes dimensões ou instalações. Este tipo de ameaça abrange conceitos como o uso de pequenas embarcações no transporte de terroristas através de fronteiras, ou mesmo a sua utilização como plataformas para o disparo de mísseis tipo *stinger*¹² contra outros navios ou aviões comerciais a voar em baixas altitudes.

Significativamente, muitos aeroportos possuem áreas molhadas de fácil acesso próximo por parte de pequenas embarcações. Finalmente, existe o ataque a infraestruturas importantes, desde estações petrolíferas a portos, dos quais, todos estão especialmente acessíveis a pequenas embarcações.

4.1.2.1 Condução de Ataques com Recurso a Pequenas Embarcações

Em muitos aspetos, a ameaça com recurso a pequenas embarcações assemelha-se muito as restantes ações terroristas. Os agentes são recrutados e treinados, seguindo-se um planeamento, reconhecimento e recolha de informação, aquisições de necessidades logísticas (materiais, dinheiro, armas, explosivos, etc.), ensaios e a execução do ataque.

¹¹ *Al-Qaeda* - É uma organização fundamentalista islâmica internacional, constituída por células colaborativas e independentes que visam reduzir a influência não-islâmica sobre assuntos islâmicos.

¹² *Stinger* - míssil terra-ar guiado por infravermelhos, produzido nos Estados Unidos da América e utilizado por todas as componentes das suas Forças Armadas, com as quais entraram ao serviço em 1981.

Por outro lado, a ameaça com recurso a pequenas embarcações possui características e considerações únicas. Este tipo de ataques requer conhecimento e atributos específicos, como competências de marinharia, familiarização com a área do alvo (padrões de tráfego de um determinado porto ou cais) e treino em explosivos. Existe ainda a influência de condições meteo na capacidade de eficácia e confiança da modalidade de ataque escolhida.

Os terroristas gostam de previsibilidade. Um terrorista tenta conhecer os obstáculos que irá enfrentar e resultados prováveis na condução de um ataque. Incertezas no domínio marítimo podem afetar significativamente o emprego desejável do método de ataque com recurso a uma pequena embarcação (Carafano, 2007). Por exemplo, grandes eventos públicos como uma semana da *Tall Ships*¹³, poderá parecer um alvo apelativo, face à presença de um número elevado de pessoas e visibilidade pública do evento, contudo, eventos raros de grandes dimensões tornam-se alvos menos promissores devido segurança adicional presente e um incremento de dificuldade na capacidade de previsão das condições de segurança existentes.

Geralmente, ataques a locais públicos são mais apelativos a agentes terroristas tipo *lone wolf*¹⁴, que poderão não avaliar com tanto cuidado os riscos e benefícios de operações pior planeadas.

Por outro lado, operações de um porto comercial possuem muitas das características de um alvo tido como desejável pelos terroristas, incluindo capacidade de resposta limitada e padrões altamente previsíveis de segurança. Por exemplo, navios de grande valor como cruzeiros ou porta-contentores, estão muito mais vulneráveis durante a entrada e saída de águas restritas de zonas portuárias. Durante estes períodos, um navio grande, tipicamente, desloca-se a uma velocidade reduzida e segue rumo previsível face às obstruções submarinas e tráfego marítimo existentes.

Apesar de não ser possível determinar um padrão concreto para o tipo de táticas e ações de agentes terroristas durante um ataque com recurso a uma pequena embarcação, indicadores do Boletim 86 do *Federal Bureau of Investigation (FBI)*¹⁵, de 2003, identificam o uso de táticas de decepção, como disfarçar uma pequena embarcação para

¹³ Festival de Veleiros de Grandes dimensões à escala mundial.

¹⁴ *Lone Wolf* - alguém que comete, ou se prepara para cometer um ato de violência extrema, mas escolhe fazê-lo sozinho e de forma independente de qualquer estrutura de comando ou apoio de um grupo.

¹⁵ *FBI* – Agência governamental americana que serve como corpo de investigação criminal federal e agência de Informações.



se assemelhar a uma embarcação de segurança local, ou dissimulação junto de outras embarcações, como sendo a principal linha de ação dos terroristas. Contudo, táticas envolvendo mais do que um bote também podem ser utilizadas para superar as defesas de um alvo. Dentro dos comportamentos indicadores associados a terroristas com recurso a pequenas embarcações foram identificados os seguintes:

1. Passagens a alta velocidade em direção a um dos bordos de um navio de grandes dimensões ou com capacidade de manobra reduzida, por parte de uma ou mais pequenas embarcações, particularmente em locais remotos perto de pontos de estrangulamento geográficos;
2. Pequenas embarcações a seguir próximas da esteira de um navio de grandes dimensões, especialmente durante o arco noturno;
3. Manobras perigosas e outros incidentes suspeitos recentemente associados aos mesmos dois ou três indivíduos;
4. Lançamento ou recuperação de pequenas embarcações em zonas remotas e pouco usuais;
5. Atividades com pequenas embarcações em zonas atípicas ou tentativas de passar indolentemente perto de áreas restritas;
6. Disparos ou pequenas explosões provenientes de pequenas embarcações locais;

4.1.2.2 Alvos do Terrorismo Marítimo

O ataque mais proeminente por parte de uma pequena embarcação, a um navio militar ocorreu a 12 de Outubro de 2000, quando agentes da *Al-Qaeda* detonaram uma pequena embarcação carregada de explosivos contra o casco do navio USS *Cole*, enquanto efetuava operações de reabastecimento no porto de Aden, no Iémen. O ataque resultou na morte de 17 marinheiros, e num incremento da visibilidade da *Al-Qaeda* e nos seus vídeos de recrutamento e propaganda.

A 7 de Novembro de 2000, um bombista suicida de *Hamas*¹⁶ a bordo de uma pequena embarcação pesqueira, tentou atacar um navio patrulha israelita perto de Gaza.

¹⁶ *Hamas* – Movimento de resistência Islâmico, responsável pela realização de uma série de atos violentos e terrorismo, e associado aos combates pela faixa de Gaza na Palestina.

A guarnição do navio detetou a ameaça atempadamente e afundou a embarcação antes que o agente do *Hamas* tivesse oportunidade de consumir o ataque.

Em Outubro de 2002, a *Al-Qaeda* empreendeu o seu primeiro ataque com sucesso contra um navio comercial, com recurso a uma pequena embarcação. Os seus agentes embateram contra o superpetroleiro francês *Limburg*, através de uma pequena embarcação pesqueira carregada de explosivos, a 12 milhas da costa do Iémen, resultando em doze feridos e no derrame de 50000 barris de crude.

Em 2004, um navio patrulha da Guarda Costeira americana estava em aproximação de uma pequena embarcação terrorista, destinada a um terminal de petróleo, quando a guarnição decidiu deliberadamente detonar o carregamento de explosivos que transportava, resultando na morte do primeiro elemento da guarda costeira e ser morto em combate desde a guerra do Vietname.



5 ABORDAGEM

5.1 Introdução

Neste capítulo irá ser abordada a escolha de equações simplificadas de embarcações, os dados que são necessários parametrizar, o estudo e definição do perfil de ataque e por fim o planeamento da experiencia a realizar para a validação dos modelos.

5.2 Equações simplificadas de embarcações

Desde 1998 a 2000, o Ministério Federal Alemão de Educação, Pesquisa e Tecnologia patrocinou o projeto MESSIN para o desenvolvimento e testes do protótipo do *Autonomous Surface Craft (ASC) Dolphin* para o posicionamento de alta precisão, orientação e transporte de dispositivos de medição em águas pouco profundas. (Buch, 2006).

A embarcação do tipo catamarã foi projetada para otimizar a capacidade de carga e minimizar o movimento em mar alteroso.

Foram efetuados testes de manobra do modelo de escala do *ASC Dolphin*, realizando planos zig-zag, o que conduziu à identificação de um rumo linearizado e modelos de ordem diferente, onde dependências funcionais dos coeficientes de velocidade do veículo foram consideradas.

Em particular, um modelo de rumo de segunda ordem de Nomoto foi selecionado:

Equação 5-1

$$\psi(s) = \frac{k_S}{s(1 + sT_S)}\delta(s)$$

onde ψ é o ângulo de rumo, δ é o ângulo do leme, k_s e T_S são o coeficiente de capacidade de guinada e do tempo constante respetivamente.

Em particular, as experiências de identificação mostram um aumento no crescimento do coeficiente de capacidade de guinada aproximadamente linear em relação à velocidade.

Sensores a bordo, como o GPS e bússola, e condução de manobras adequadas no mar originaram os seguintes equações de velocidade e direção:

$$\hat{m}_u \dot{u} = \hat{k}_{u^2} u^2 + \hat{k}_{n^2 \delta^2} n^2 \delta^2 + n^2 \quad \text{Equação 5-2}$$

$$\hat{I}_r \dot{r} = \hat{k}_{r|r|} r|r| + n^2 \delta \quad \text{Equação 5-7}$$

Onde, u e r denotam a velocidade de avanço e de guinada respectivamente, e n é a taxa de avanço dada pela rotação da hélice.

O aumento capacidade de guinada do navio com o aumento da velocidade é confirmado (Caccia, 2006).

5.2.1 Dados a parametrizar

Os dados a considerar para o modelo do veículo de acordo com a natureza da experiência e as equações supracitadas são: ângulo de proa, ângulo de leme, velocidade de avanço e velocidade de guinada e a taxa de avanço dada pela rotação do hélice.

5.3 Perfis de ataque

5.3.1 Introdução

De forma a traçar um perfil de ataque temos que entrar com diversos parâmetros: a preparação do ataque, nomeadamente a fase de coleta de informação, o ambiente tático em que se encontra a operação e na prática como isto se manifesta ou seja, será apresentada uma máquina de estado para um possível ataque.

5.3.2 Preparação

De acordo com (Smith, NIJ Grant 2003-DT-CX-0003, 2006), os padrões temporais para atividades terroristas decorrem conforme representado na Figura 5-2.

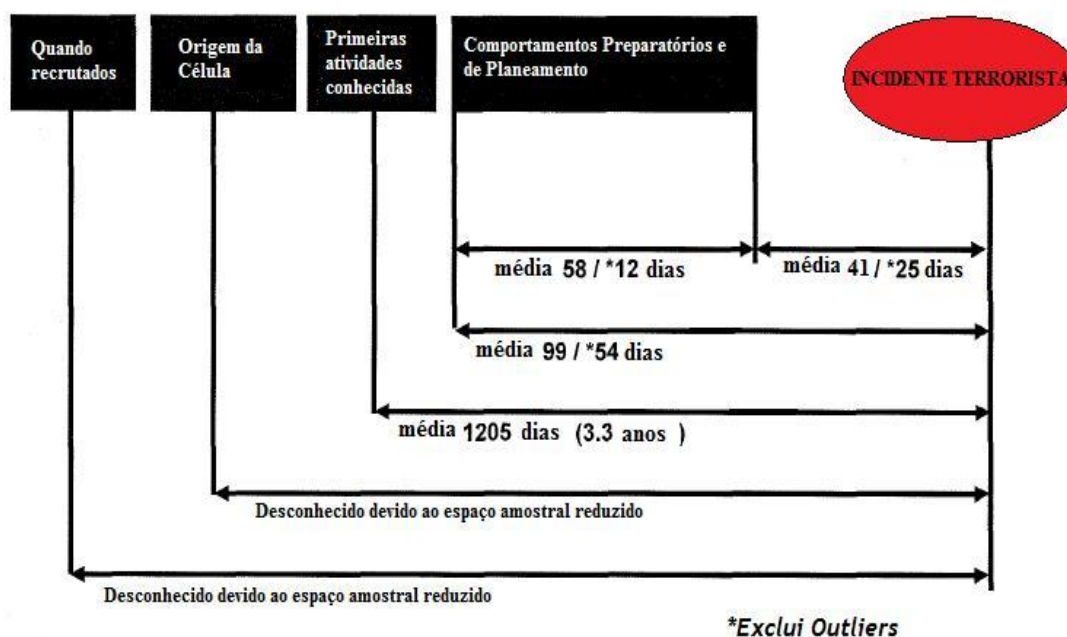


Figura 5-1 Padrões temporais das atividades terroristas

Apesar de, em média, nos grupos terroristas estudados o período de tempo decorrido desde a primeira reunião de planeamento até à concretização efetiva do ataque terrorista se aproximar de 3 anos, o desenvolvimento de atividades preparatórias e planeamento por parte das células ocorrem num período entre 3 a 4 semanas antes da realização do ataque (Smith, NIJ Grant 2003-DT-CX-0003, 2006).

A fase de preparação e planeamento do ataque pode ser dividida em 4 etapas (Duffey, 2009):

- (1) Identificação do alvo;
- (2) Coleta de informação e planeamento;
- (3) Logística e treino;
- (4) Ensaio.

De acordo com âmbito da realização deste trabalho será apenas considerada a etapa nº2 e o alvo será identificado como sendo um navio atracado num cais militar. Usou-se como exemplo o cais militar do Portinho da Costa (projeto Safeport).

A segunda etapa de um ataque terrorista é muito vulnerável à deteção. Porém, é muito bem compartimentada, a fim de reduzir a evidência do esforço. Esta etapa envolve a coleta de informação, vigilância do alvo e observação de vulnerabilidades. A fim de reunir essas informações os terroristas terão de interagir com os locais. Estas

NÃO CLASSIFICADO

interações, no entanto, irão deixá-los vulneráveis à detecção, especialmente quando não estão familiarizados com o ambiente cultural em que estão a operar.

Para efeitos de estudo foi considerado o planeamento de um ataque suicida, realizado com uma embarcação equipada com uma carga explosiva focal e o seu operador.

Esta escolha prende-se com o fato de o histórico de incidentes terroristas com sucesso se limitar ao conceito proposto, bem como a inviabilidade do uso de *Unmanned Surface Vehicles* (ASV's) numa zona portuária, garantindo a capacidade de dissimulação.

Dentro desta etapa, e considerando o âmbito de aplicação do presente trabalho, serão consideradas 3 dimensões:

- **Escolha da embarcação**

Esta escolha terá que refletir o objetivo do ataque, ou seja, por se tratar de um ataque suicida a um navio atracado num cais, dada a sua localização dentro de um porto detentor de um elevado tráfego marítimo, bem como os limites de velocidade praticáveis impostos pela capitania, a natureza desta embarcação necessita ser de fácil dissimulação no tráfego local, de fácil operação e com um débito de potência capaz de promover uma aproximação final eficaz ao alvo.

- **Informação disponível**

A obtenção de informação por parte do agente terrorista está primariamente associada a dois requisitos:

1. O agente terrorista é um nativo do local pretendido para o ataque;
2. O agente terrorista encontra-se num país estrangeiro.

Com efeito, o agente terrorista poderá ter ao seu dispor o seguinte conjunto de ferramentas para coleta de informação:

1. Apoio da população local (limitado ao requisito nº1);
2. Informação *open source* (internet, jornais, rádio, etc...);
3. Reconhecimento por observação.

Com recurso às ferramentas e requisitos supracitados, torna-se possível para o agente a recolha de informação tática relevante para o sucesso do ataque.



Dependendo do período de antecipação com que o agente é alertado para a presença do seu alvo numa determinada área, este consegue aferir dados como:

1. Dispositivos de segurança existentes:

- Horários de rendição dos vigias;
- Itinerários de grupos de patrulha;
- Presença de embarcações de defesa na água;
- Tipo de sensores de deteção;
- Tempo de reação de vigias;
- Posição dos vigias e dos sensores de deteção.

2. Alvo:

- Identificar alvos de oportunidade (novo alvo e janela de oportunidade);
- Local mais vulnerável.

3. Obstáculos físicos/artificiais:

- Posição (baixios, redes subaquáticas, etc...).

4. Geografia:

- Linha de menor vista.

5. Características da Embarcação:

- Capacidade de dissimulação;
- Velocidade (conforme dados para exercício, 15 nós para boas condições meteorológicas e 8 nós para más condições, permite conhecer a relação distância – tempo que a embarcação consegue percorrer, sendo possível estimar a probabilidade do terrorista consumir o ataque caso detetado).

Estes dados tornam-se vitais na definição do comportamento de um agente terrorista, que pretenda conduzir um ataque a uma zona portuária, com recurso a uma embarcação.

• **Ambiente tático**

Como representado na Figura 5-3, existindo uma percepção ou conhecimento, por parte do agente terrorista, relativo ao ambiente tático aplicável no momento previsto para o ataque, este irá atuar em conformidade, de onde é possível identificar a existência de um **estado de alerta elevado**, como critério *No Go*, a existência de **efeito surpresa** como um critério *Go*, e uma dependência de outros fatores circunstanciais na eventualidade de um **estado de alerta moderado**.

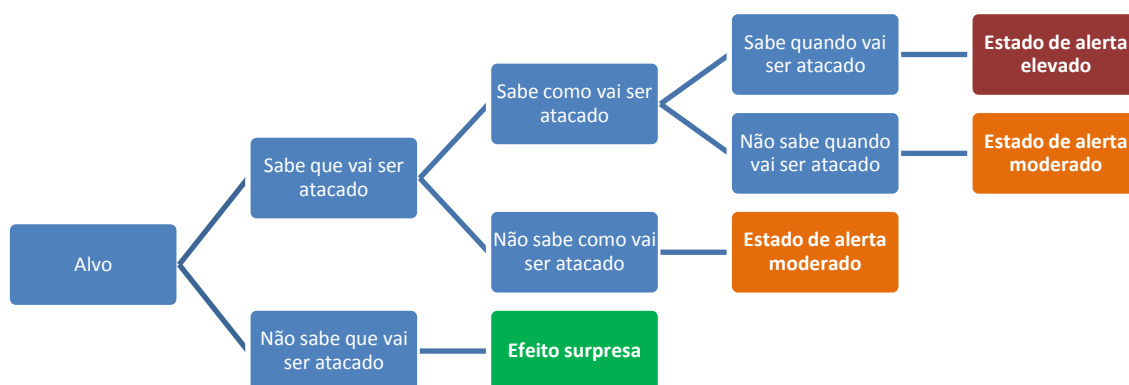


Figura 5-2 Ambiente tático de incidente terrorista

5.3.3 Informação pré-ataque

A informação relativa ao ambiente tático em que o terrorista se encontra antes de efetuar o ataque é decisiva na execução do ataque, como demonstrado na Figura 5-4.

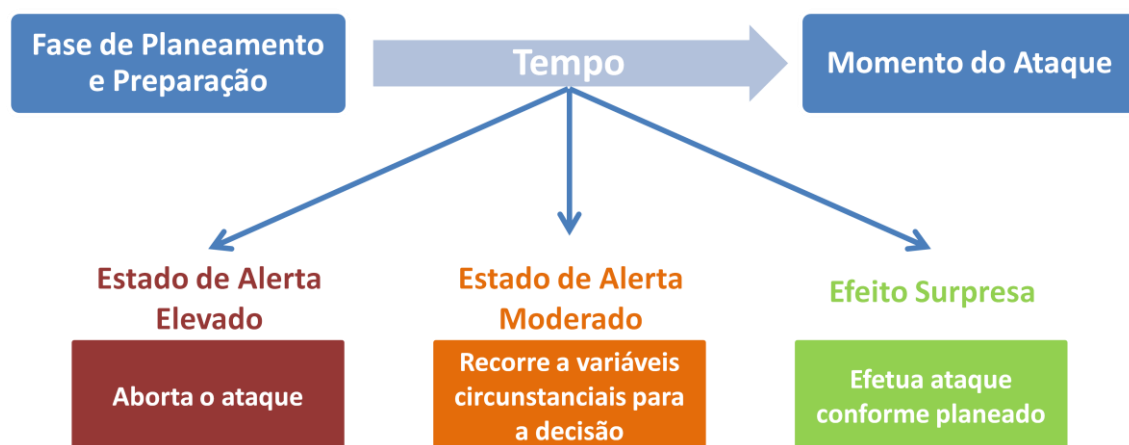


Figura 5-3 Processo de decisão conforme percepção/conhecimento do terrorista



Conforme a percepção/conhecimento do estado de alerta do alvo, assim o ataque é efetuado ou abortado, esta decisão pode ser tomada a qualquer altura desde a fase de planeamento e preparação até ao momento do ataque.

Com base na informação que o agente possui imediatamente antes da operação, o perfil de ataque do agente será diferente, uma vez que irá sofrer a influência de mais variáveis circunstanciais no momento da ação, se não tiver esta informação atempadamente como representado na tabela 5-1.

INFORMAÇÃO	SABE	NÃO SABE
Horários de rendição dos vigias	Efetua ataque à hora H (rendição)	Janela de oportunidade
Presença de embarcações de defesa na água	Efetua aproximação dissimulada por outras embarcações	Efetua passagem de reconhecimento
Itinerários de grupos de patrulha	Efetua ataque durante o momento da posição mais afastada da patrulha	Janela de Oportunidade
Tipo de sensores de deteção	Procura explorar vulnerabilidades do sensor (ex.: câmara de visão noturna limitada ao arco noturno)	Janela de oportunidade
Tempo de reação de vigias	Na eventualidade de ser detetado, efetua ou aborta ataque conforme distância /tempo até ao alvo	Cria um engodo/embuste para determinar
Posição dos vigias e dos sensores de deteção	Procura efetuar ataque através de setores mortos do sensor/vigias	Decisão ao nível do momento do ataque
Local mais vulnerável	Ataque vetorizado ao local	Ataque direcionado ao local mais proeminente no momento
Posição dos obstáculos	Itinerário de aproximação delineado por forma a evitar eventuais obstáculos	Aproximação conforme informação do momento
Linha de menor vista	Procura manter-se dentro da linha de menor vista dos vigias	Aproximação conforme informação do momento

Tabela 5-1 Processo de decisão com base na informação disponível

Com base nesta informação, o perfil de ataque do agente será diferente, uma vez que irá sofrer a influência de mais variáveis circunstanciais no momento da ação, se não tiver esta informação atempadamente.

5.3.4 Estados e funções de transição

O ataque pode ser entendido como um sistema, e este representado por uma máquina de estados, no entanto os estados e as funções de transição são inúmeros uma vez que não há um padrão característico perfeito, ou seja depende sempre do agente. Daí a dificuldade em traçar um perfil de ataque pois trata-se de ações imprevisíveis.

No entanto é possível determinar alguns parâmetros que podem afetar a decisão do terrorista:

1. Condições meteorológicas
2. Informação pré-ataque
3. Tráfego marítimo
4. Tipo de alvo
5. Ambiente tático
6. Geografia
7. Tipo de embarcação
8. Alvos de oportunidade

Estes parâmetros vão ser traduzidos em funções de transição, que irão influenciar os estados durante a ação, como apresentados no exemplo seguinte.

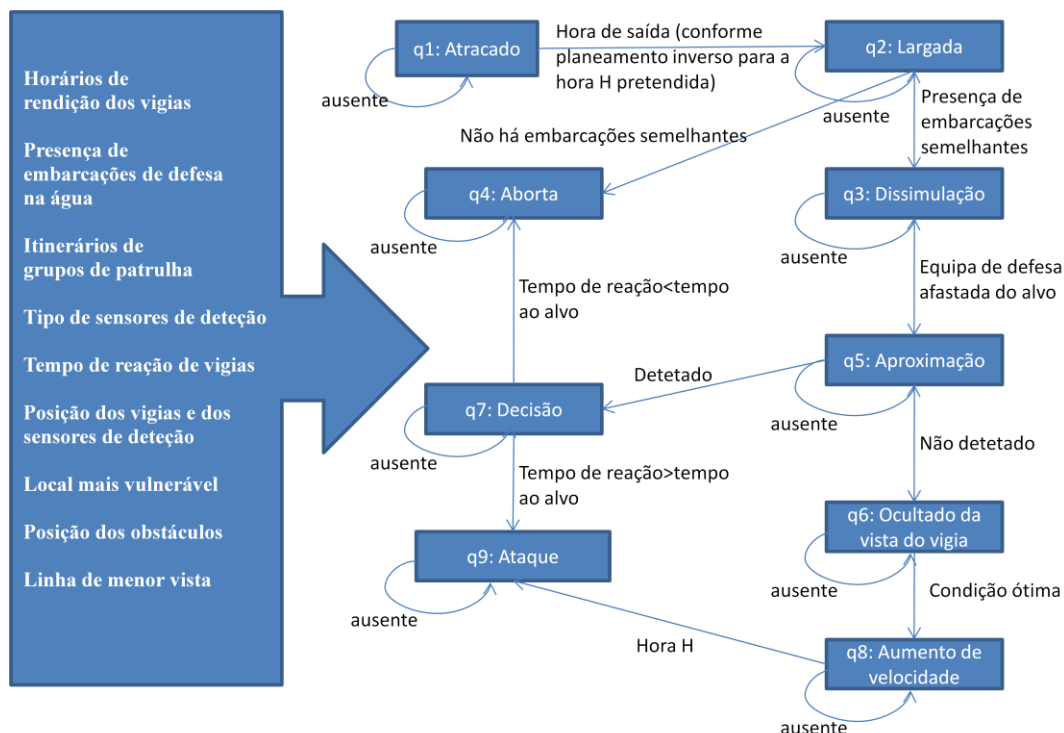


Figura 5-4 Exemplo de diagrama de transição de estados para o ataque

Para este exemplo os parâmetros do modelo são conforme Tabela 5-2:

Estados	Parâmetros
Atracado – O terrorista encontra-se atracado no cais de saída	1. Hora de saída: conforme planeamento inverso para a hora H pretendida
Largada – O terrorista largou do cais	2. Presença de embarcações semelhantes: terrorista capaz de dissimular
Dissimulação – O terrorista encontra-se dissimulado pelas embarcações	3. Equipa de defesa afastada do alvo: maior tempo de ação do terrorista
Aproximação – O terrorista aproxima-se do alvo	4. Não detetado: segundo a percepção do terrorista
Ocultado da vista do vigia – O terrorista encontra-se ocultado pelo ângulo morto do vigia	5. Condição ótima: tempo, espaço e local ótimos para o ataque
Aumento de Velocidade - O terrorista aumenta a velocidade	6. Hora H: hora prevista para o ataque
Decisão – O terrorista decide se ataca ou aborta	7. Tempo de reação < tempo ao alvo: tempo de reação do vigia inferior ao tempo que o terrorista demora a atingir o alvo
Ataque – O terrorista finaliza o ataque	8. Tempo de reação > tempo ao alvo tempo de reação do vigia superior ao tempo que o terrorista demora a atingir o alvo)
Aborta – O terrorista aborta o ataque	9. Não detetado: segundo a percepção do terrorista

Tabela 5-2 Parâmetros do modelo exemplo

NÃO CLASSIFICADO

Estado A	Input	Estado B
q1: Atracado	Hora de saída	q2: Largada
q2: Largada	Presença de embarcações semelhantes	q3: Dissimulação
q2: Largada	Não há embarcações semelhantes	q4: Aborta
q3: Dissimulação	Equipa de defesa afastada do alvo	q5: Aproximação
q5: Aproximação	Não detetado	q6: Ocultado da vista do vigia
q6: Ocultado da vista do vigia	Condição ótima (tempo, espaço)	q8: Aumento de velocidade
q8: Aumento de velocidade	Hora H	q9: Ataque
q5: Aproximação	Detetado	q7: Decisão
q7: Decisão	Tempo de reação < tempo ao alvo	q4: Aborta
q7: Decisão	Tempo de reação > tempo ao alvo	q9: Ataque

Tabela 5-3 Exemplo de um tabela de transição de estados para o ataque

5.4 Planeamento da experiência

5.4.1 Propósito

Face ao planeamento de alto nível do DAT –PoW no âmbito do projeto Safeport, encontra-se prevista a realização de *field trials* com o intuito de recolha de dados para a validação dos modelos integrantes do simulador, providenciados pelas várias entidades pertencentes ao consórcio. Com efeito, foi solicitado por parte da Marinha Portuguesa a colaboração e integração das Dissertações de mestrado dos cursos tradicionais da Escola Naval, dos quais se destacam:

- *Modelação Comportamental de Agentes Inteligentes* – Aspirante FZ Reis Faria;
- *Caderno de Provas para Sensores Eletro-óticos em Ambiente de Defesa Portuária* – Aspirante FZ Torres Côrte-Real;
- *Qual o Custo Financeiro da Projecção de uma Força NATO contra Ataques Terroristas* – Projeto Safeport – Aspirante M Henriques Fernandes.

5.4.2 Cenário

De acordo com o Capítulo 3.

NÃO CLASSIFICADO



5.4.3 Ameaças

A experiência terá como cenário de ameaça uma célula terrorista a operar num país detentor de um porto NATO, à semelhança do ataque ocorrido contra o contratorpedeiro USS *Cole* em 2000.

A ameaça será simulada pelo bote zebro tipo III e pelo seu patrão de bote de acordo com a informação supracitada.

5.4.4 Objetivos do teste

O teste aos perfis de ataque dos terroristas, de acordo com a metodologia abordada em (Côrte-Real, 2013), tem as seguintes dimensões:

CARATERÍSTICA TESTADA	OBJETIVO
Aceleração	1. Determinar a aceleração angular da embarcação.
Posição	1. Registo rigoroso da posição da embarcação durante todo o ataque.
Distâncias de deteção	1. Distâncias a que é conseguida a identificação positiva do terrorista
Tempo de reação	1. Determinar o tempo de reação do agente atacante imediatamente após a sua deteção por parte dos elementos de segurança.

Tabela 5-3 Objetivos do Teste

Considera-se ainda um conjunto de variáveis ambientais, relacionadas com as condições meteorológicas e oceanográficas presentes no local, que possuam a capacidade de alterar o perfil de ataque, originando duas ações fulcrais:

- Estabelecimento de uma relação entre as condições meteorológicas e oceanográficas, com a eficácia do ataque;
- Identificação de variáveis importantes e não consideradas na modelação.

5.4.5 Considerações Gerais

O processo de planeamento de um *field trial* tem como função sintetizar em documento único a definição da avaliação pretendida, bem como as limitações resultantes da recolha de dados durante a realização do exercício.

5.4.5.1 Especificação do Teste

O cenário para o *field trial* proposto consiste num conjunto de ataques “terroristas” ao cais do Portinho da Costa, promovidos por botes zebro tipo III, evasivos à deteção, com recurso a cargas explosivas focais e equipados com motores de 50hp de potência.

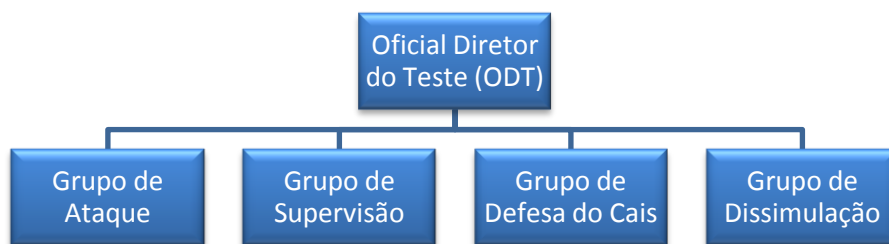
Para o efeito, o cais do Portinho da Costa deverá possuir um dispositivo permanente de defesa do cais, composto por observadores fixos e por embarcações em patrulha. O exercício pretende assim avaliar/comparar os perfis comportamentais dos agentes atacantes no seu processo de decisão e atuação, na tentativa de se manterem dissimulados e garantirem a eficácia dos ataques.

5.4.5.2 Limitações do Desígnio do Teste

- a) Os testes deverão ser conduzidos num ambiente tão controlado quanto possível;
- b) Necessidade de independência entre informação conhecida pelas ameaças e pelos observadores;
- c) O *field trial* deverá possuir um período de realização nunca inferior a 24h, por forma a abranger ambos os arcos (diurno e noturno);
- d) Necessidade da presença/tráfego contínuo de embarcações não hostis, com o intuito de garantir a independência de dados e capacidade de dissimulação das embarcações atacantes;
- e) Necessidade de recolha de dados METOC, para tratamento e associação estatística aos perfis comportamentais.

5.4.5.3 Organização Operacional

Em referência a (Côrte-Real, 2013), a organização operacional do exercício deverá ser conforme o organograma apresentado:



5.4.5.4 Condições Iniciais

As condições iniciais definem as funções, posições e material atribuídos a cada grupo para o período de realização do exercício:

- a. Oficial Diretor de Teste (ODT):
 - i. Função:
 - Conduzir o Teste;
 - Decidir e atuar perante qualquer incidente ou evento;
 - Manter comunicações permanentes com o grupo de supervisão.
 - ii. Posição:
 - Onde melhor consiga controlar e conduzir o exercício.
 - iii. Equipamento:
 - 01 (um) Rádio GP380 C\Auricular;
 - Baterias para 48h de operação de 01 (um) Rádio GP380;
 - 01 (um) Telemóvel de Serviço C\Autonomia para 48h de operação
- b. Grupo de Ataque:
 - i. Função:
 - À ordem do grupo de supervisão, executar ataque ao cais, de acordo com o perfil determinado.
 - ii. Posição:
 - Ponto de Partida Pré-estabelecido pelo ODT.
 - iii. Equipamento:
 - 03 (três) Rádio GP380 C\Auricular;

- Baterias para 48h de operação de 03 (três) Rádios GP380 e 03 (três) GPS portáteis
- 03 (três) Botes Zebro Tipo III C\Motor fora de borda de 50hp;
- Combustível para 48h de operação C\03 (três) Motores fora de borda de 50hp
- 03 (três) GPS portáteis

c. Grupo de Supervisão:

i. Função:

- Garantir o cumprimento do planeamento do exercício;
- Efetuar registo de dados METOC periodicamente ou sempre que estes se alterem;
- Efetuar registo e observações relativos aos perfis de ataque conduzidos pelo grupo de ataque;
- Dar ordem de saída ao grupo de ataque, à hora e perfil planeados;
- Manter comunicações com todos os grupos do exercício.

ii. Posição:

- Pré-estabelecida pelo ODT, alterada sempre que o grupo considere pertinente para melhor controlo da área.

iii. Equipamento:

- 02 (dois) Rádios GP380 C\Auricular;
- Baterias para 48h de operação de 02 (dois) Rádios GP380;
- 02 (dois) Botes Zebro Tipo III C\Motor fora de borda de 50hp
- Combustível para 48h de operação C\02 (dois) Motores fora de borda de 50hp

d. Grupo de Defesa de Cais:

i. Função:

- Efetuar a deteção e vedação do espaço marítimo a todas as embarcações potencialmente hostis;

ii. Posição:

- Posição Pré-estabelecida pelo ODT



iii. Equipamento:

- 06 (seis) Rádios GP380 C\Auricular;
- Baterias para 48h de operação de 01 (dois) Rádios GP380;
- 02 (dois) Botes Zebro Tipo III C\Motor fora de borda de 50hp
- Combustível para 48h de operação C\02 (dois) Motores fora de borda de 50hp

e. Grupo de Dissimulação:

iv. Função:

- Efetuar periodicamente, de forma aleatória e com elevada afluência, navegações de passagem junto ao cais, em termos de simulação de embarcação de recreio;

v. Posição:

- Ponto de Partida - Pré-estabelecido pelo ODT

vi. Equipamento:

- 04 (quatro) Rádio GP380 C\Auricular;
- Baterias para 48h de operação de 04 (quatro) Rádios GP380;
- 04 (quatro) Botes Zebro Tipo III C\Motor fora de borda de 50hp
- Combustível para 48h de operação C\04 (quatro) Motores fora de borda de 50hp

6 CASO DE ESTUDO - USS *COLE*

6.1 Introdução

Aproximadamente às 1135, hora local, do dia 12 de Outubro de 2000, o contratorpedeiro USS *Cole* (DDG 67)¹⁷, conforme Figura 6-1, sofreu um ataque suicida por parte de uma pequena embarcação armadilhada com explosivos durante o processo de reabastecimento, no porto de Aden. Relatórios preliminares apontam para que a embarcação, tripulada por dois elementos, transportasse uma quantidade aproximada de explosivos entre 180 – 320 kg, dando origem a um buraco de 12 metros de diâmetro no costado do navio, e resultando na morte de 17 pessoas e 39 feridos. Ambos os terroristas morreram também fruto da explosão. Após a investigação a organização do atentado foi atribuída à rede *al-Qaeda*¹⁸ liderada por *Osama bin Laden*¹⁹. Após o ataque, os EUA atribuíram um maior enfoque às suas políticas e procedimentos em vigor, para a prevenção e mitigação de ataques terroristas contra forças navais americanas em trânsito.



Figura 6-1 USS *Cole* (DDG 67)

¹⁷ USS *Cole* (DDG 67) – Contratorpedeiro moderno da classe *Arleigh Burke* (DDG-51), é um de quatro DDG-51 adquiridos em 1991, com um custo médio de 780 milhões de dólares por navio. O navio entrou ao serviço em 1996.

¹⁸ *al-Qaeda* - É uma organização fundamentalista islâmica internacional, constituída por células colaborativas e independentes que visam reduzir a influência não-islâmica sobre assuntos islâmicos.

¹⁹ *Osama bin Laden* - Foi um dos membros sauditas da próspera família *bin Laden*, além de líder e fundador da *al-Qaeda*, organização terrorista à qual são atribuídos vários atentados contra alvos civis e militares dos Estados Unidos e seus aliados.

6.2 O Ataque

Em 2000, o contratorpedeiro USS *Cole* foi destacado para integrar o *carrier battle group*²⁰ a operar na região do Golfo Pérsico. O navio largou de Norfolk a 8 de Agosto.

A derrota transatlântica durou até 20 de Agosto, data em que o navio e a sua tripulação iniciaram a condução de operações no Mar Mediterrâneo. A 9 de Outubro o USS *Cole* efetuou a travessia do canal do Suez com a missão de conduzir operações navais no norte do Golfo da Arábia como reforço às resoluções promulgadas pelo Conselho de Segurança das Nações Unidas²¹. Devido às 3300 milhas de distância entre o Canal do Suez e o norte do Golfo da Arábia, o USS *Cole* necessitava de reabastecimento de combustível, contudo, face à política vigente na Marinha dos EUA, não é autorizado o acompanhamento durante trânsitos, por parte de um navio reabastecedor a um único navio de esquadra, pelo que foi decidido que o USS *Cole* efetuará uma breve paragem para reabastecimento no porto de Aden, no Iémen.

O Iémen era visto como uma alternativa viável para operações de reabastecimento, ainda que a ameaça terrorista na região fosse considerada endémica. Durante o período em que a USCENTCOM²² monitorizou com regularidade o estado de ameaça da região, não existiram quaisquer indícios, informação ou alarme relacionados com um possível ataque terrorista a um navio de guerra americano no porto de Aden, no Iémen, desde o início das operações de reabastecimento no país, em Janeiro de 1999.

Em Aden, o navio não atracou no cais, tendo reabastecido, no dia 12 de Outubro de 2000 numa plataforma flutuante conhecida como “golfinho”.

A amarração foi concluída às 0930, horas locais, e, segundo a Marinha dos EUA, o navio começou a reabastecer às 1030. Registos do navio mostram que a explosão ocorreu às 1118 - 47 minutos após o início do processo de reabastecimento.

²⁰ *Carrier battle group* - Grupo-tarefa principal de uma força de batalha, centralizando-se num porta-aviões e incluindo também navios de escolta e navios de apoio logístico.

²¹ Resolução do Conselho de Segurança das Nações Unidas - Texto com valor jurídico vinculativo. Está consagrada no direito internacional público pelo artigo 25 da Carta das Nações Unidas : « *Os membros da Organização comprometem-se a aceitar e aplicar as decisões do Conselho de Segurança conforme a presente Carta.* »

²² USCENTCOM – Comando Conjunto de Combate específico para empenhamento em teatro de operações do Departamento de Defesa dos EUA, criado em 1983.

Uma pequena embarcação, tripulada por dois elementos, transportando aproximadamente entre 180 – 320 kg de explosivos, aproximou-se do navio USS *Cole* enquanto este terminava de realizar as operações de reabastecimento de combustível. De acordo com os relatórios oficiais, a embarcação, não apresentando uma postura agressiva, e dissimulada de embarcação de apoio portuário, auxiliou o USS *Cole* a efetuar a amarração a uma primeira bóia localizada a estibordo do navio, e aquando do seu movimento ao longo do navio, presumivelmente com o intuito de proceder à amarração de uma segunda bóia, aprofundou subitamente ao través de bombordo do contratorpedeiro, iniciando uma explosão violenta, a qual deu origem a um rombo de 12 metros de diâmetro no costado do navio, conforme Figura 6-1.

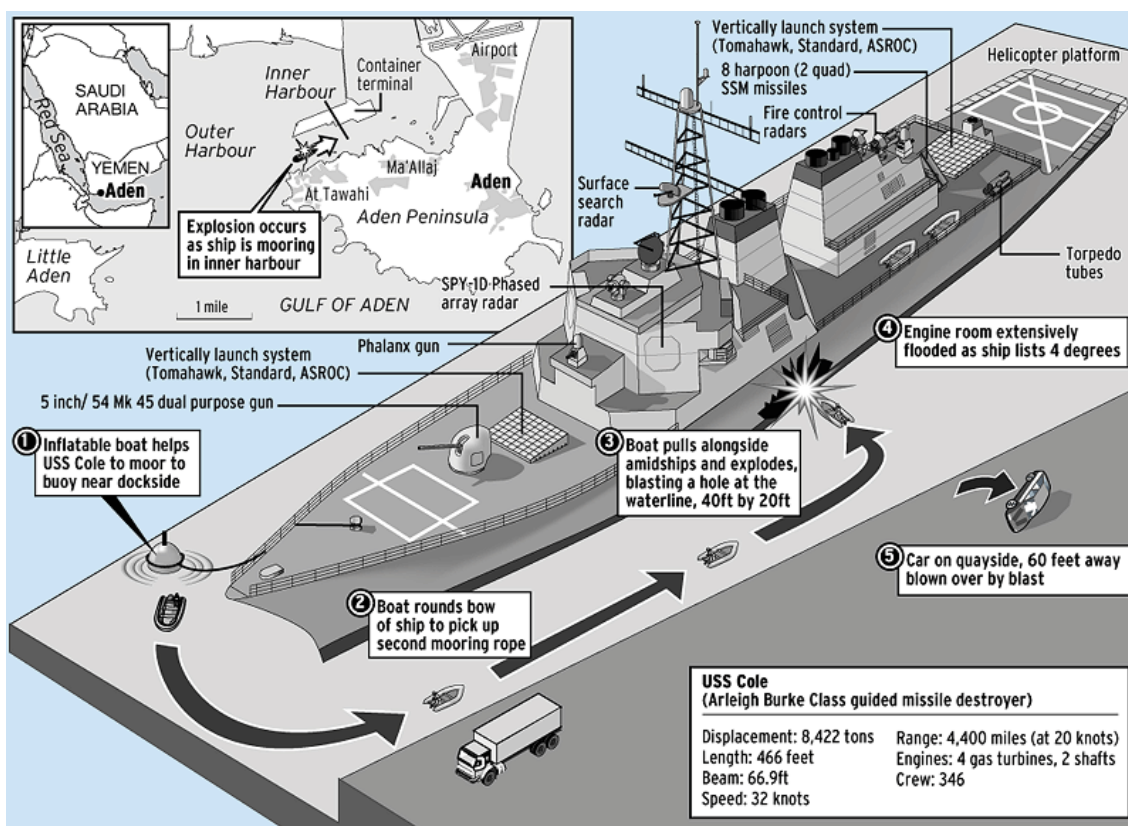


Figura 6-2 Esquema de Ataque

Uma questão importante para a Marinha dos EUA é o porquê dos vigias a bordo do navio não terem tomado qualquer ação aquando da aproximação da embarcação dos terroristas. Segundo a guarnição a embarcação dos atacantes foi confundida com uma embarcação de auxílio à amarração. Os primeiros relatórios também mencionam que os dois terroristas chamaram a atenção dos vigias, saudando-os imediatamente antes da explosão.

Os vigias a bordo do USS *Cole* tinham instruções para não abrir fogo a menos que atacados e para que as suas armas não estivessem carregadas. Novas investigações internas realizadas pela Marinha dos EUA sugerem que a guarnição, contrariamente às instruções, não conseguiu implementar várias precauções básicas destinadas a proteger o navio durante o reabastecimento:

- Não houve esforço coordenado para controlar o movimento de pequenas embarcações no porto;
- As mangueiras de incêndio não estavam em prontidão imediata para afastar qualquer embarcação que chegasse demasiado perto;
- A própria embarcação do navio, que deveria ter sido usada para investigar a abordagem de qualquer embarcação suspeita, não estava pronta para o desembarque.

O ataque suicida ao USS *Cole*, com recurso a uma embarcação introduziu um novo conceito tático de ataque terrorista contra um navio de guerra num cenário operacional contemporâneo.

6.3 A Bomba

A análise dos resíduos encontrados nos destroços indicam que os terroristas usaram C-4²³, um explosivo plástico militar, que não está disponível no mercado aberto.

Para alguns especialistas, isso sugere o envolvimento de um estado, ou pelo menos um grupo bem organizado.

C-4 foi desenvolvido para os EUA aquando da guerra do Vietname. Foi vendido pelos EUA para a Arábia Saudita, Kuwait, Irão e vários países da NATO.

A escolha de C-4 indica que os terroristas tinham um razoável nível de conhecimento, porque explosivos comuns ou caseiros teriam sido menos eficazes. No entanto, é preciso mais do que uma rápida pesquisa na internet para descobrir que se quiser fazer um buraco no metal - tanques, navios, etc - C-4 é o explosivo a usar. Para o efeito os terroristas procuraram improvisar uma carga focal²⁴, conforme Figura 6-3,

²³ C-4 - Explosivo plástico altamente perigoso e de exclusividade das forças militares. É detonado com a agitação elétrica das suas moléculas. Com um poder esmagador, 150 gramas são mais do que suficientes para destruir o telhado de uma casa. Foi desenvolvido durante a 2ª Guerra Mundial.

²⁴ Carga Focal – Carga explosiva, modelada para concentrar/focar toda a energia de uma explosão num único ponto ou direção. Usualmente utilizada para cortar metal, penetrar blindagens ou iniciar armas nucleares.

fixada na proa da embarcação, a qual concentrou a força da explosão num único ponto, resultando no poder destrutivo observado.



Figura 6-3 Modelo de carga focal em embarcação

De acordo com Paul Beaver, do *Jane's Defence Weekly*²⁵, o navio foi "projectado para resistir a ataques de saturação por aeronaves russas ", mas "não foi concebido para a guerra assimétrica... não é o que as pessoas esperam estes dias."

Fontes iemenitas dizem que o ataque ao USS *Cole* não foi a primeira tentativa de explodir um navio de guerra americano no porto de Aden. Um ataque contra o contratorpedeiro americano USS *Sullivans*, em Janeiro de 2000 teve de ser abortado face ao afundar da embarcação, devido ao peso excessivo dos explosivos que transportava.

6.4 Análise

Como foi possível a dois homens com recurso a uma pequena embarcação, conforme Figura 6-4, originarem tantos danos num contratorpedeiro de mísseis guiados, num valor de 1.000 milhões dólares, e equipado com os mais recentes sistemas de defesa?

²⁵ Jane's Defence Weekly – Revista semanal americana de temática militar, editada por Peter Felstead.



Figura 6-4 Embarcação similar à embarcação bomba do ataque ao USS *Cole*

O relatório da *House Armed Services Committee Staff* ²⁶ relativo à investigação conduzida após o ataque ao USS *Cole*, refere que apesar da tragédia culminar de uma combinação de fatores, entre os quais o desejo de envolvimento com o Iémen²⁷, limitações estruturais da força, medidas de segurança e treino desadequados, falhas na informação relativa à ameaça terrorista, um sistema confuso de alerta do nível de ameaça, a incapacidade de reagir eficazmente às mudanças geopolíticas sentidas na região, ambiguidade na determinação de intenções hostis dentro do pacote de regras de empenhamento²⁸ atribuído, ausência de rigor na implementação das medidas de proteção de força por parte do Comandante e a ausência de ordem de prioridade entre o apoio logístico naval e requisitos de informação, não existiu “falha de um único ponto” que desse origem à tragédia, isto é, não foi possível concluir com um grau de confiança aceitável que, mesmo que todas as medidas de proteção de força tivessem sido implementadas, pudesse ter sido possível prevenir a ocorrência do ataque.

²⁶ *House Armed Services Committee Staff* – Comissão permanente da Casa de Deputados dos EUA. É responsável pela criação e supervisão do Departamento de Defesa e Forças Armadas dos EUA.

²⁷ Envolvimento com o Iémen: Como reflexo dos esforços de prevenção a possíveis agressões aos interesses nacionais dos EUA, o processo de envolvimento com o Iémen representava um papel preponderante na capacidade de operação das forças navais americanas e das forças aliadas na região do Médio Oriente. O Iémen detém o controlo sob a área oriental de *Bab al Mandeb* (ponto de estrangulamento entre o Iémen e o Djibuti), localizado na zona ocidental do Mar Vermelho e está posicionado de forma geoestratégica a aproximadamente 1400 milhas a sul do Suez e a 1400 milhas a sudoeste do estreito de Ormuz.

²⁸ Regras de empenhamento – Regras que determinam quando, onde e como deve ser usada a força (por exemplo, um submarino do país A não pode atacar embarcações do país B sem uma declaração de guerra oficial). Estas regras devem equilibrar dois objetivos conflitantes: a necessidade de recorrer à força para completar os objetivos da missão e a necessidade de evitar o uso de força desnecessária.



Ao analisar a cronologia das atividades de grupos terroristas é possível verificar a existência de uma motivação dedicada por parte dos seus elementos, bem como um ciclo de planeamento e execução deliberado, aplicado nas fases de reconhecimento, seleção de alvo, ensaio, preparação e ataque. Ainda que no caso específico do ataque realizado ao USS *Cole*, se tenha tratado de um ataque suicida, foram elaborados planos de fuga para os terroristas que apoiaram de forma indireta o ataque.

Claramente, uma vez dado o mediatismo da chegada do USS *Cole* ao porto de Aden, bem como navios anteriores, tornou possível aos terroristas observar os padrões assumidos por navios americanos visitantes no porto. Por exemplo, era possível aos terroristas observar, com relativa facilidade, a capacidade de controlo por parte das forças americanas, a pequenas embarcações que se aproximassem de um navio de guerra atracado no porto, assim como a presença constante da guarnição e ações visíveis no convés.

Os terroristas organizam-se numa estrutura de comando e controlo celular, na qual, após o recrutamento, os membros da célula recebem fases deliberadas de doutrina e treino.

Os líderes, membros e apoiantes de uma célula são direccionados para uma missão e alvos específicos. Por exemplo, dado o afundamento inesperado de uma embarcação bomba em Janeiro de 2000, aquando de uma tentativa de ataque ao USS *Sullivans*, os membros da célula terrorista reagruparam e continuaram os preparativos para a execução de uma missão similar no porto de Aden. A sequência de planeamento e preparação denota a existência de uma célula diminuta, reservando conhecimento entre dois a três indivíduos.

A investigação realizada pela Comissão do Departamento de Defesa, identifica que o Comandante do USS *Cole* não detinha, ao momento do ataque, informação e treino específicos, equipamento apropriado, nem apoio de segurança no local capaz de deter ou prevenir um ataque pré-planeado ao seu navio. Foi também identificado que unidades navais em trânsito necessitam de informação específica à ameaça terrorista presente na sua área de operações. Este tipo de informação deve ser desenvolvida através de um escalão superior com capacidade de análise específica. Unidades navais independentes em trânsito necessitam estar melhor adestradas e logisticamente apoiadas para submeter os requisitos de informação apropriados à organização de informação

militar. Este fator deverá permitir às atividades de informações uma capacidade de resposta rápida aos requisitos relativos a terrorismo/proteção de força.

Uma lição aprendida relevante é o reconhecimento de que as unidades navais em trânsito não dispõem do tempo nem recursos para uma correta avaliação de todo o espaço envolvente. Este fato torna evidente a necessidade de apoio de outras unidades, de forma a deter e mitigar ataques terroristas.

Como principais lições aprendidas da análise feita do ataque ao USS *Cole*, registam-se, a importância das informações no âmbito do terrorismo/proteção de força e a influência significativa da demonstração visível das medidas de proteção de força, na capacidade efetiva de deter ataques terroristas, a qual culminou com a implementação em lei, nos EUA, da *Naval Vessel Protection Zone*, proibindo a embarcações não identificadas de se aproximarem a menos de 100 jardas de um navio da Marinha e a capacidade de requerer a navios a operar a uma distância inferior a 500 jardas, o uso da sua velocidade mínima.



7 CONCLUSÕES

No presente trabalho foram analisados os comportamentos conhecidos sobre a condução de ataques terroristas com recurso a pequenas embarcações, com o fim de determinar eventuais perfis de ataque e as variáveis a estes associados. Por forma a integrar o comportamento de uma embarcação no simulador Safeport foram ainda identificados modelos simplificados do veículo. Com efeito, foram determinadas as principais variáveis modeladoras do perfil de ataque, e procedeu-se à esquematização do processo lógico com recurso ao formalismo de máquinas de estado, por fim foi exposto o planeamento da experiência a realizar de forma a validar os modelos, sendo que a questão central de investigação, *face à ameaça terrorista por um meio de superfície, qual o melhor modelo que se aplica ao seu comportamento?*

Trabalhos futuros

No plano académico sugere-se que sejam prosseguidos as seguintes linhas de investigação:

- Elaboração de tabelas de registo de perfis de ataque terroristas para embarcações, para análise de dados estatísticos coletados durante a realização de uma experiência real;
- Integração dos modelos do presente trabalho no simulador Safeport.



8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, A. T. (2008). *Friend or Foe? Tough to tell*. EUA: U.S. Naval Institute Proceedings .

Carafano, J. J. (2007). *Small boats, big worries: thwarting terrorist attacks from the sea*. EUA: Department of Homeland Security.

Comando do Corpo de Fuzileiros. (1998). *Instruções Para Desembarque Em Costa Aberta Com Botes De Assalto*. Alfeite: Marinha Portuguesa.

Côrte-Real, F. (2013). Caderno de Provas para Sensores Eletro-óticos em Ambiente de Defesa Portuária. Alfeite, Portugal: Marinha Portuguesa.

Damphousse, B. L. (2003). Terrorism and Empirical Assessment: Using Indictment Data to Assess Changes in Terrorist Conduct. *Presentation to the Annual Meeting of the Justice Statistics Research Association* . San Francisco.

Davis, L. M. (2004). When Terrorism hits home: How prepared are state and local law enforcement. Santa Monica: RAND Corporation.

Duffey, J. (2009). *Five elements of a terrorist attack*. Obtido em 10 de Maio de 2013, de examiner.com: <http://www.examiner.com/homeland-security-in-national/john-duffey>

F., W. (Abril de 2005). Obtido em 12 de Maio de 2013, de StateWorks: <http://www.stateworks.com/technology/TN10-Moore-Or-Mealy-Model/>

Fatterman, J. (2008). Homeland Security to unveil plan to guard against small boats attacks. *Associated Press* .

Fossen, T. (1994). Guidance and Control of Ocean Vehicles. John Wiley & Sons Ltd.

Galletti, S. C. (2007). Old and New Threats: Piracy and Maritime Terrorism. *Eurocrime* .

Marinha Portuguesa. (2011). Obtido em 14 de Agosto de 2013, de Centro de Investigação Naval: <http://cinav.marinha.pt/PT/Paginas/Homepage.aspx>

Marinha Portuguesa. (2010). *Safeport- HARBOUR PROTECTION DECISION SUPPORT SYSTEM PROPOSAL*. Marinha.

Özdamar, Ö. (2008). Theorizing Terrorist Behavior: Major Approaches and Their Characteristics. Turkey.

Parfomak, P. W. (2007). *Maritime Security: Potential Terrorist Attacks and Protection Priorities*. EUA.

Raymond, C. (2005). How real is the threat from maritime terrorism? *Power and Interest News Report* .

Smith, B. L. (2006). NIJ Grant 2003-DT-CX-0003. *Pre-Incident Indicators of Terrorist Incidents: The Identification of Behavioral, Geographic, and Temporal Patterns of Preparatory Conduct* . EUA, Arkansas: Terrorism Research Center, Fulbright College.

Smith, B. L. (1994). *Terrorism in America: Pipe bombs and pipe dreams*. Albany, New York: State University of NY Press.

SNAME. (1950). *Nomenclature for treating the motion of a submerged body*. New York: Society of Naval Architects and Marine Engineers.

Stewart, P. W. (1987). *Contemporary research on terrorism*. Abarddeen: Aberdeen University Press.

Varaiya, E. A. (2001). *Structure and Interpretation of Signals and Systems*. California: University of California.



ANEXOS

Anexo A – Entrevista formal ao CTEN Pereira da Silva



ANEXO A

Entrevista

CTEN Pereira da Silva

Objetivo: modelar o perfil de ataque de embarcações passíveis de serem utilizadas por terroristas.

Pressupostos iniciais:

- Bote zebro III simula embarcação (lazer, pesca, auxiliares)
- Armamento tipo IED (Improvised Explosive Device)
- Velocidades (lenta, rápida, muito rápida)
- Terrorista sem treino militar
- Equipado com GPS
- Ataque suicida

Identificação de bote hostil:

- Identificação visual de armamento
- Perfil de ataque (itinerário e velocidades)
- Distância mínima de aproximação ao portinho

Parâmetros que influenciam os botes:

- Peso embarcado
- Ocultação de luzes (se de noite)
- Explosivos com iniciador na proa do bote (embate no alvo e explode)
- Necessidade de combustível a bordo (jerricans)
- Se o terrorista estudou ou não a mudança de vigias
- Distância mínima para a explosão se iniciada por controlo remoto

Parâmetros COMUNS (botes, mergulhadores, sensores de deteção):

- Dia ou noite
- Nevoeiro ou não
- Tráfego marítimo
- Autonomia (motores/ar-mergulhador)
- Se existem botes dentro de água
- Intel (s/n) (se o terrorista souber que há vigias)
- Dimensão do bote/mergulhador
- Altura da ondulação
- Visibilidade
- Distância ao alvo (cais simula um navio)
- Vigias no cais
- Vigias em botes
- Condição do navio (ex: natal ou reabastecimento de explosivos)
- Navio militar/civil, infraestruturas
- Se é detetado ou não (no caso dos botes como é suicida, apenas é importante se o terrorista estiver longe do alvo)
- Vento

Perguntas:

1. Na sua opinião, quais os parâmetros que devem ser considerados para o ataque terrorista?

Linha de menor vista, zona sombra da observação (geografia), camuflar atrás dos navios (tráfego marítimo);
Máxima velocidade possível (depende da condição de mar) – mais importante comprimento da vaga e altura;
Aproveitar alvos de oportunidades (alternativos – de valor mais baixo);
Estado de mar melhor das hipóteses e pior das hipóteses;

2. Considera importante a relação peso/velocidade?

Sim, influencia muito a velocidade.
Por pessoas para fazer variar o peso.

3. Qual o fator que considera mais importante para o sucesso do ataque?

Desempenho da embarcação.
(Gps para coordenação)

4. Com base nos dados definidos como traçaria o perfil de ataque?

Sempre em zonas sombras
Fase de aproximação e fase de ataque
Limite máximo de ataque (distância porto)
- 6 segundos (mínimo)
- 2 segundos (com treino para abater)
Disposição dos vigias afeta a precisão do fogo
Vigias em terra têm arcos de fogo em direção aos vigias
Vigias nos botes, criar manobra de distração

5. Que tipo de navio/infraestrutura considera mais propício a um ataque terrorista- mercante, navio de guerra, porto, e quais as consequências militares e políticas?

Só consequências políticas, (com exceção de ameaça NBQR).
A escolha do local e da hora do ataque (antes da manhã da Europa Ocidental)
– afeta os media locais e dos EUA.
Navio mercante – alvo soft”, mais facilidade em causar danos.

6. Para efetuar o ataque iria necessitar de Intel, quais os melhores meios para obter essa informação?

Visita ao local, Google earth, notícias *open sources*.

7. Considera importante a "simpatia da população em relação às ideias terroristas"?

As pessoas tem medo, e daí evitam comentar (receio).



8. Que ponto/região de Portugal continental considera mais vulnerável a um ataque terrorista (dado a ser um ponto sujeito a ataque)?

Lisboa Leixões e Sines, portos principais.

9. Dado que o porto de Sines e Lisboa possuem o código ISPS (International Ship and Port Facility Security Code), quais seriam os possíveis entraves que o "terrorista" teria?

Medidas ativas de proteção.

10. Tem conhecimento das medidas adotadas por Portugal de modo a obter a certificação?

Não...